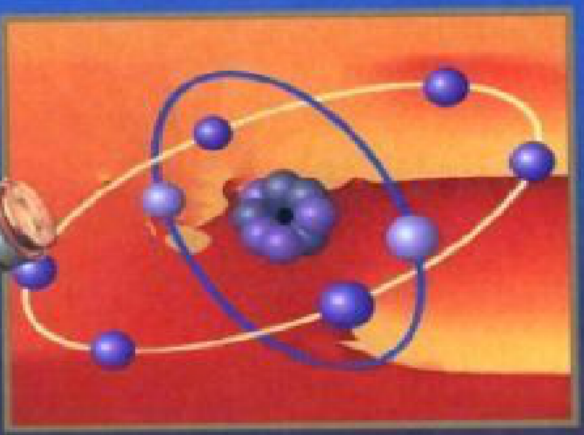
ПОПУЛЯРНАЯ ШКОЛЬНАЯ

ЭНЦИКЛОПЕДИЯ

ФИЗИКА



ВЕЛИКИЕ ОТКРЫТИЯ

SHOUT
SHARE
IT

Annotation

Эта энциклопедия рассказывает о великих открытиях в области физики, которым посвятили свою жизнь выдающиеся ученые. Она расширит знания школьников по истории науки, поможет при работе над докладами и рефератами. Богатый иллюстративный материал демонстрирует действие законов физики и работу физических приборов. Закон плавающих тел, гальваническое электричество, электромагнитная индукция, рентгеновские лучи, радиоактивность, цепные реакции — эти и другие великие открытия выстрадали своей жизнью, заполненной напряженным трудом, крупнейшие ученые мира Архимед, М. Фарадей, Э. Резерфорд, А. Беккерель, Н. Семенов… Богатый иллюстративный материал познакомит школьников с действием физических законов, расскажет об устройстве и работе многих приборов. Книги серии «ПОПУЛЯРНАЯ ШКОЛЬНАЯ ЭНЦИКЛОПЕДИЯ» адресованы тем, кто стремится к углубленному изучению предметов школьного курса. Они помогут в работе над рефератами и при подготовке к экзаменам. Увлекательное чтение для всей семьи!

- Оглавление
  - Предисловие
  - Глава 1 Неслучайные случайности
  - Глава 2. Открытие закона плавающих тел
  - Глава 3. Открытие закона всемирного тяготения
  - Глава 4. Открытие гальванического электричества и биотоков
  - Глава 5. Изобретение гальванических элементов
  - Глава 6. Вильям Никольсон и Антони Карлайл. Открытие электролиза
  - Глава 7 Рождение электрохимии. Открытие вольтовой дуги и щелочных металлов
  - Глава 8. Открытие электромагнитной индукции и двух законов электролиза
  - Глава 9. Открытие электромагнетизма
  - Глава 10. Открытие электродинамики
  - Глава 11 Открытие термоэлектричества. Томас Иоганн Зеебек
  - Глава 12. Открытие тока Рентгена и рентгеновских лучей
  - Глава 13. Открытие радиоактивности
  - Глава 14. Открытие полония и радия

- Глава 15. Открытие электромагнитных волн
- Глава 16. Открытие радиоактивного распада, деления атома и строения атома
- Глава 17. Изобретение камеры Вильсона
- Глава 18. Открытие интерференции рентгеновских лучей
- Глава 19. Открытие разветвленной цепной реакции
- Глава 20. Д. Велпоул. Серендипити
- Лауреаты Нобелевской премии,
- Именной указатель
- Дополнительная литература

Оглавление

Валентин Захарович Азерников
Физика. Великие открытия

Предисловие

История науки — тысячеактная драма. Драма не только идей, но и их творцов.

На памятниках, барельефах, мемориальных досках ученые всегда кажутся чуждыми суете и страданиям. Но до того как их лики застыли в бронзе или граните, им были ведомы и печаль и отчаяние; все они были самыми обычными смертными, только одареннее и ранимее. И тернии, всегда устилающие дорогу к пьедесталам, ранили их ничуть не меньше, чем всех остальных людей — только раны их были невидимы миру.

Что поделать, такова стезя науки: мы видим ученых лишь в редкие моменты их славы — когда их венчают наградами, когда, собственно, работа уже закончена и результат ее оценен обществом; а вот в те — не мгновения даже, нет, — в те месяцы и годы, что творят они в своих лабораториях, их действия, их мысли, их надежды скрыты от нас; тогда они — схимники человечества, принявшие добровольный и нигде не писанный обет отрешенности.

Поэтому мы так часто и не знаем, как рождались научные открытия.

Иной скептик может спросить: а не все ли равно нам, потомкам, нам, потребителям великих открытий, как они были сделаны и что думал ученый в тот или иной момент своей работы? Главное — что открытие сделано, принято на вооружение обществом и верно служит ему.

Конечно, последнее обстоятельство существенно. Но есть и еще одно, вроде бы скромное по сравнению с ним, но вдумайтесь в него.

Каждое открытие делает человек, ставший ученым по призванию. Ученый — не специальность, ей нельзя обучить в институте. Можно обучить химии, можно физике; но человек, получивший диплом, может и не стать ученым, даже если он займет должность научного сотрудника, — он останется до конца дней своих холодным подмастерьем науки, если не будет в нем воспитана любовь к творчеству, охота к дерзновенным попыткам выйти за рамки существующих представлений, смелость перед признанными авторитетами, пусть даже чреватая иногда личными жертвами.

Но кто воспитает любовь, привьет охоту, сделает смелым — кто, как не сама наука: всем своим прежним опытом, своей волнующей историей, открывающей горизонты не только в прошлом, но и в будущем. Только она, она сама способна

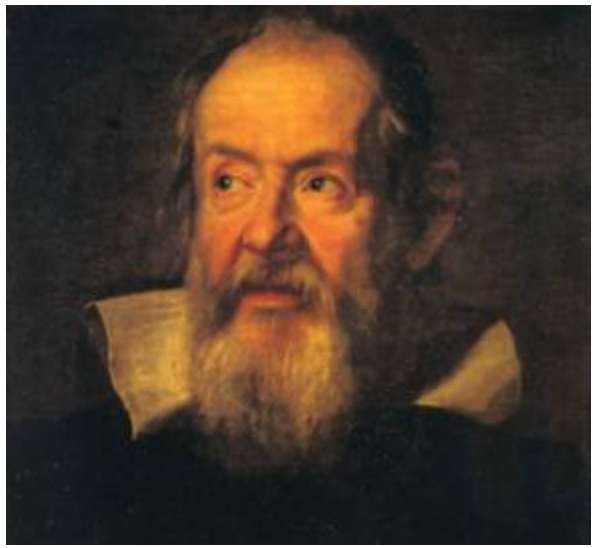
разбудить в школьнике Лобачевского, обнаружить в служащем Эйнштейна, сделать переплетчика Фарадеем. Но для этого надо знать ее — знать в разные минуты ее вечной жизни: и когда она скрытна и упряма перед бездельником, и когда милостиво щедра к труженику; и когда она — изнурительная, скучная работа, и когда она — праздник ума и фантазии; и когда ученый — ее поденщик, и когда он — ее властитель.

Поэтому нужны истории наук, поэтому нужны биографии ученых, поэтому нужны их мемуары — толстые и тонкие, скучные и занимательные, — любые, только бы достоверные, только бы приоткрывающие доступ чужой душе в переживания души собственной, чужому уму — в лабиринты напряженных молчаливых размышлений.

Поэтому нужны и книги, пытающиеся восстановить ход событий и мыслей, отдаленных от нас временем и непривычкой ученых к беллетристическим описаниям собственных переживаний.

Глава 1 Неслучайные случайности

Рассказы о выдающихся ученых и великих открытиях, которые, как считается, были сделаны случайно



Галилео Галилей 1564–1642

Случайные открытия, как правило, окружены легендами: в них реальные события и люди разукрашены нарядными одеждами домысла. И поскольку такие приукрашения случались многократно — ведь легенды передаются из поколения в поколение, — через какое-то время факты теряли правдивые очертания.

Что поделаешь, в каждом из нас — еще с детства, еще от сказки — воспитана любовь к необычайному, но справедливому стечению обстоятельств, где добро всегда в конце концов торжествует; в жизни, увы, не всегда так.

Ведь не всегда легенда, сколь бы поэтичной она ни была, приносит пользу. Некоторые просто вредны: они приучают к мысли о легкости побед, настраивают на несколько безответственный подход к тому делу, которым мы собираемся заниматься в жизни.

Две такие легенды известны более других: про Архимеда и про Ньютона.

Однако существует немало других историй, где научные открытия предстают как дело случая, как небрежная милость судьбы. В самом по себе присутствии элемента случайности нет

ничего постыдного, случай — такой же полноправный участник научного исследования, как и долготерпение. Если случайность имела место, это вовсе не надо скрывать — что было, то было, надо только как следует разобраться, а что именно было на самом деле. Слепой случай, подаривший баловню судьбы сокровище, с которым он по неразумению не знает, что делать? Долгожданная находка, вознаградившая за долгие годы бесплодных терпеливых поисков и раздумий? Или аванс, выданный неожиданно расщедрившейся природой, который придется много лет отрабатывать в поте лица и за прежнюю славу?

Вот в этом и заключается наша совместная цель: разбирая истории открытий, причисленных к случайным, посмотреть, в какой мере они относятся к таковым, не стали ли они жертвой легенд, подобно открытиям Ньютона и Архимеда.

В наших путешествиях по разным странам, разным эпохам, разным лабораториям в поисках обстоятельств, при которых были сделаны выдающиеся открытия, нам нередко придется оставлять на время учебники и трактаты и брать в руки описание быта и нравов того времени, чтобы во всех деталях представлять себе жизнь и творчество ученых, чтобы иметь возможность, если надо, максимально приблизиться к рассматриваемому событию, чтобы потом максимально отдалиться от него и увидеть тогда его во всем объеме. Конечно, описание события не может создать полностью «эффект присутствия»; и, кроме фантазии автора, понадобится еще и читательская фантазия, чтобы заставить ожить ушедших в прошлое людей, чтобы увидеть, словно на экране, давно случившиеся события. Нам предстоит нелегкая работа, и в качестве утешения могу рассказать напоследок историю одного любопытного спора, происшедшего почти четыреста лет назад и до сих пор не потерявшего интерес.

Николай Коперник. Копия конца XVI-начала XVIII с портрета, созданного неизвестным художником в 1580 году.

Дело было в начале XVII века. В Риме ценители искусств затеяли дискуссию: что ценнее — скульптура или живопись? Сторонники скульптуры, их было большинство — утверждали, что скульптура важнее, поскольку имеет, в отличие от картин, рельеф. И поскольку она объемна, а картины плоские, то, естественно, она ближе к изображаемому объекту. А раз ближе к изображаемому объекту, значит, создает большую иллюзию действительности и, следовательно, ценнее.

В этот спор был вовлечен и выдающийся флорентийский живописец Лодовико Чиголи, который в то время как раз находился в Риме. Но Чиголи не был силен в схоластических спорах. Поэтому он написал письмо своему близкому другу Галилео Галилею с просьбой снабдить его аргументами против искушенных в словопрениях противников.

Каждый, конечно, знает, кто такой Галилей. Один из величайших ученых мира, впервые наблюдавший с помощью изготовленной им зрительной трубы небесные светила, открывший закон инерции, закон падения тел, закон колебания маятника, пятна на Солнце, горы на Луне, четыре спутника Юпитера, фазы Венеры, звездное строение Млечного Пути. Так вот к нему и обратился за помощью Чиголи. В этом не было ничего удивительного — их связывала давняя и тесная дружба. Лодовико недавно доказал свою преданность Галилео: на последней своей работе — фреске церкви Санта-Мария Маджоре — он изобразил Луну, причем так, как она была видна в телескоп

Галилея. Это был смелый шаг, потому что открытие Галилея, как и его телескоп, были предметом многочисленных насмешек, а в 1633 году даже осуждены римским католическим судом.

А вот теперь Галилео представлялась возможность показать свое расположение к другу. И он пишет ему длинное письмо, которое оканчивает и отправляет в Рим 26 июня 1612 года. В этом письме Галилей показал себя с новой для нас стороны. Мы знаем его как ученого, а он, оказывается, еще и тонкий знаток искусства, прекрасно понимающий его специфику и, со свойственной ученому логикой, ее обосновывающий. Это видно, в частности, из аргументов, которых так ждет Чиголи. Вот что пишет Галилео: «Произведения скульптуры имеют рельеф лишь постольку, поскольку они оттенены… а если мы покроем тенью все освещенные части скульптурной фигуры с помощью краски настолько, что ее тон станет полностью одинаковым, то фигура будет казаться полностью лишенной рельефа». Заметьте, это не просто аргумент — это приглашение к эксперименту: кто не верит, может попробовать.

Мне неизвестно, воспользовался ли кто-нибудь из участников спора предложенным доказательством, но я видел результаты опыта, поставленного по схеме Галилея лет двадцать назад. Были взяты два красноватых резиновых шара, их сбоку осветили, чтобы подчеркнуть рельеф, и сфотографировали. А потом один из шаров был закрашен темной краской в том месте, где на него падал свет, и оба шара снова сфотографировали. И что же? На первой фотографии шары выглядели как шары, на второй один из них, закрашенный, походил на совершенно плоский диск. Таким образом, аргумент Галилея был абсолютно обоснованным.

Правда, пишет далее ученый, это не значит, что скульптура не имеет отличий от живописи; имеет, конечно: у нее три измерения — высота, ширина и глубина, тогда как у картины только два, она плоская. Но это обстоятельство, продолжает Галилей, вовсе не говорит в пользу скульптуры как вида искусства. Напротив, неожиданно утверждает он, это значительно снижает ее достоинства. И поясняет почему: чем дальше отстоят средства воспроизведения от воспроизводимого предмета, тем более заслуживает восхищения воспроизведение.

Причем это относится не только к созданию произведения, но и к его прочтению. Понять картину сложнее, чем скульптуру; песня со словами нагляднее, чем музыка без слов.

Поэтому, когда нам придется на страницах этой книги из отдельных фрагментов, из обрывков дошедших сведений восстанавливать в своем воображении картины прошлого, мы можем подбадривать себя мыслью о том, что участвуем в

творчестве, и чем труднее нам будет поначалу, тем большую ценность будет иметь наше творчество.

А теперь — в путь. Через границы веков и государств, по страницам исторических фолиантов и научных трактатов — в поисках истоков легенд, которые до сих пор будоражат воображение, тайно зовут отдаться воле случая, чтобы, найдя их, обнаружить там истину.

Глава 2. Открытие закона плавающих тел

Архимед *ок. 287–212 г. до н. э.*

Архимед, один из величайших ученых Древней Греции, блестящий математик и механик, жил в Сиракузах в III веке до н. э. В то время в Сиракузах правил царь Гиерон. Однажды Гиерон, получив от мастеров заказанную им золотую корону, усомнился в их честности: ему показалось, что они утаили часть золота, выданного на ее изготовление, и заменили его серебром. Но как уличить ювелиров в подделке? Вызвал Гиерон Архимеда, к тому времени уже прославившегося остроумными решениями многих проблем, и поручил ему определить, есть ли в золотой короне примесь серебра.

Сейчас такая задача по плечу даже школьнику. Удельный вес каждого из металлов есть в любом справочнике, определить удельный вес сплава совсем не трудно: взял образец, взвесил его, потом опустил в воду и определил объем вытесненной им жидкости, поделил первое число на второе и по соотношению удельных весов нашел долю каждого металла. Вот и вся премудрость.

Но 2200 лет назад Архимед, выйдя после царской аудиенции, даже не знал, что такое удельный вес. Задача перед ним стояла в самом общем виде, и никаких конкретных путей ее решения он

найти не мог. Но искал их. Искал постоянно, не переставая думать об этом, когда занимался другими делами. Иначе, если бы выкидывал ее из головы всякий раз, как прекращал работу, не могло бы произойти то прямо-таки сказочное событие, которое и легло *в основу легенды.*

Случилось оно, как говорят, в бане. Бани в то время представляли собой место не только для мытья, но и для светских встреч, развлечений, спортивных игр. Поначалу Архимед, наверное, поупражнялся гирями, потом зашел в парильню, там его помассировали, потом он поговорил с друзьями, может быть, рассказал им о своем последнем посещении царя Гиерона — прием у царя всегда событие, — не исключено, что поведал о его задаче и посетовал на трудность решения. А потом он, как и полагается, намылился золой и полез в ванну.

И вот тут-то и случилось главное. Собственно, ничего нового не случилось, произошло то, что бывает всякий раз, когда любой человек, даже не ученый, садится в любую, даже не мраморную ванну — вода в ней поднимается. Но то, на что обычно Архимед не обращал никакого внимания, вдруг заинтересовало его. Он привстал — уровень воды опустился, он снова сел — вода поднялась; причем поднималась она по мере погружения тела. И вот в этот миг Архимеда осенило. Он усмотрел в десятке раз проведенном опыте намек на то, как объем тела связан с его весом. И понял, что задача царя Гиерона разрешима. И так обрадовался своей случайной находке, что как был — голый, с остатками золы на теле — побежал домой через город, оглашая улицу криками: «Эврика! Эврика!» — «Нашел! Нашел!»

Вот так Архимед, согласно легенде, нашел решение задачи Гиерона, подробно изложенное *ныне в каждом школьном учебнике.*

Стоит ли ей верить?

Ассоциация, возникшая в голове ученого, должна была либо появиться сразу же, либо не появиться никогда, она достаточно наглядна, если поставленную задачу держать все время перед глазами. А повеление царя не пустяк. И хотя Архимед был слишком крупным ученым и слишком известным гражданином Сиракуз, чтобы мы могли предположить, будто он, дрожа от подобострастия, сломя голову побежал выполнять волю Гиерона, но все же в те времена, когда благополучие ученого целиком зависело от милости его покровителя, к просьбам монарха легкомысленно не относились. И потом, думаю, Архимеда, как истинного ученого, увлекла сама задача, он размышлял не о конечной цели заказанной ему работы — уличить ювелиров, а о ее сути — о возможности как-то отличать металлы в сплаве. Поэтому, когда ученый, целиком поглощенный обдумыванием

различных возможностей, получил неожиданно внешний толчок, мысль мгновенно устремилась от собственного тела, вытесняющего воду, к короне, и мелькнувшее решение показалось столь неожиданно простым, что Архимёд не удержался и…

Архимед («Эврика!»). Иллюстрация к базельскому изданию 1575 года «Десяти книг об архитектуре» Витрувия.

И вот в том, что он сделал дальше, я сильно сомневаюсь. Все, что было до этого, представляется весьма вероятным, во всяком случае против этого нет никаких логических возражений, даже против места, где было сделано открытие, потому что оно хоть и самое неподходящее для научной работы, но в данном случае единственно возможное. А вот бег из бани голым по городу как-то не вяжется с обликом Архимеда, человека, быть может, и рассеянного и углубленного в себя, но, право же, слишком известного и уважаемого в Сиракузах, чтобы не подумать о своей репутации. Но простим эту маленькую деталь авторам легенды, она, безусловно, очень эффектна, очень театральна и несомненно украшает историю об ученом, случайно натолкнувшемся на истинное решение. Но случайно ли от этого само открытие?

Если бы Архимед на том и успокоился, то есть определил, взвешивая корону в воде, есть ли в ней серебро, доложил бы об этом Гиерону и, довольный собой, своей работой и царской милостью, отправился заниматься другими делами, а этот случай выкинул из головы, то тогда нам пришлось бы согласиться: да, это решение случайно, как и сама работа. Но Архимед поступил

иначе, как и должен был поступить настоящий ученый. Решение частной задачи о сплаве натолкнуло его на мысль о законе, который относится ко всем телам и который не случайно носит имя его автора. Мы учили его: на всякое тело, погруженное в жидкость, действует со стороны этой жидкости подъемная сила, направленная вверх и равная весу вытесненной телом жидкости. Когда мы опускаемся в ванну, то чувствуем на себе действие этого закона — как и почувствовал его Архимед; но мы уже знаем, в чем здесь дело, а он не знал, он должен был понять это первым из людей.

И он понял, и не узко, не только применительно к сплавам, и поэтому, кроме доклада царю, содержащему, по-видимому, расчеты, связанные с короной, появилось позже еще одно сочинение, где ничего не говорится о короне, но зато говорится о плавающих телах. Причем обоснование закона дано здесь не только эмпирически: Архимед приводит геометрическое доказательство, и мало этого — он рассматривает не горизонтальную поверхность жидкости, а сферическую, как и следует из предположения о шарообразности Земли. Этот штрих сразу показывает тот всеобщий характер, какой придавал своему закону Архимед. И когда читаешь его простое и ясное доказательство, то понимаешь, сколь прав был древнегреческий философ и писатель Плутарх, с почтением писавший о своем великом соотечественнике: «Если бы кто-либо попробовал сам разрешить эти задачи, он ни к чему не пришел бы, но если бы он познакомился с решением Архимеда, у него тотчас бы получилось такое впечатление, что это решение он смог бы найти и сам, — столь прямым и кратким путем ведет нас к цели Архимед».

Первое сочинение — я имею в виду расчет состава царской короны — до нас не дошло, и поэтому мы не знаем точно ни обстоятельств, связанных с решением задачи Гиерона, ни судьбы мастеров, изготовивших корону. Второе же сочинение-трактат «О плавающих телах» — нам известно и дает полное право утверждать: открытие закона Архимеда не случайно.

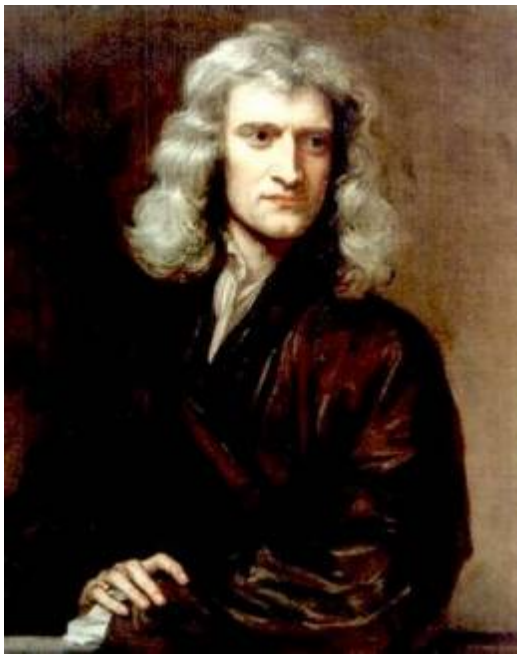
Ведь не были же случайны все его другие открытия: аксиома Архимеда, на которой построен в современной арифметике и геометрии процесс последовательного деления; архимедов винт — устройство, изобретенное для перекачки жидкостей и применяемое до сих пор во многих машинах; закон рычага, позволяющий с помощью сравнительно небольшого усилия поднимать большие грузы; прибор для измерения видимого диаметра Солнца; небесный глобус, на котором можно видеть движение планет, солнечное и лунное затмение; и еще многие-многие математические исследования и инженерные находки,

которых бы вполне хватило на успешную деятельность нескольких людей.

Даже античные историки, нередко склонные к приукрашиванию подвигов своих героев — а Архимед был героической фигурой, — нигде не намекают более на случайность его творчества. Так правомерно ли тогда говорить о случайности открытия удельного веса и закона о плавающих телах? Человек, столь тонко разбирающийся в математике, механике, астрономии, уже не раз показавший, на что способен его проницательный ум, разве не решил бы он задачу царя Гиерона, даже если бы не помог ему случай с ванной? Все равно бы решил — пусть чуть позже, пусть путем каких-то иных ассоциаций, может быть, наблюдая различную осадку по-разному нагруженных галер.

Приди Архимед к такому же решению не в бане, а дома, вспомнив одно из своих прежних купаний, и никто не решился бы утверждать, что ученый случайно натолкнулся на открытие. Наоборот, сказали бы, что не случайно правильное решение нашел именно Архимед — человек, способный использовать разрозненные наблюдения для обобщений, имеющих универсальный, всеобъемлющий характер. Ведь в сближении вроде бы далеких явлений и заключается один из мощнейших методов научного мышления. С этой точки зрения, использование наблюдений над погружением в воду собственного тела — вполне правомерный прием и вовсе даже не случайный, а обязательный. Значит, все дело в несколько случайном месте и кажущемся случайным поводе.

Глава 3. Открытие закона всемирного тяготения



Исаак Ньютон 1643–1727

Исаака Ньютона, одного из величайших ученых, мы знаем в основном как автора знаменитого закона всемирного тяготения, хотя школьный учебник познакомил нас в общих чертах не только с этим, но и с некоторыми другими его законами, составляющими и поныне основу физической картины мира.

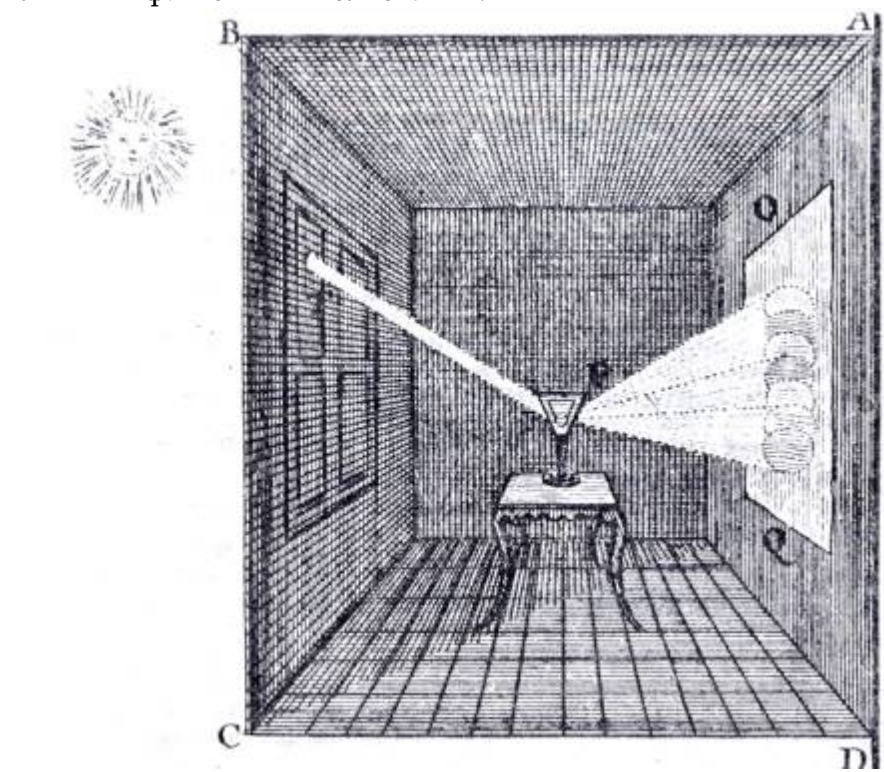
Жизнь Ньютона, история его открытий стали предметом пристального внимания ученых и историков. Однако в биографиях Ньютона много противоречий; вероятно, это связано с тем, что сам Ньютон был весьма скрытным человеком и даже подозрительным и не так уж часты были в его жизни моменты, когда он приоткрывал свое истинное лицо, свой строй мыслей, свои страсти. Ученые до сих пор пытаются по сохранившимся бумагам, письмам, воспоминаниям воссоздать его жизнь и, что самое главное, его творчество, но, как заметил один из английских исследователей творчества Ньютона, «это в значительной мере работа детектива».

Возможно, скрытность Ньютона, его нежелание пускать посторонних в свою творческую лабораторию и дали толчок к возникновению легенды о падающем яблоке. Во всяком случае,

существуют воспоминания друга Ньютона, Стукелея, где он, якобы со слов самого Ньютона, рассказывает, будто мысль о законе всемирного тяготения созрела у ученого в тот момент, когда он увидел, как с яблони упало на землю яблоко. Эта легенда столь прочно укоренилась в истории, что дерево в саду Ньютона, откуда сорвалось это знаменитое яблоко, в течение почти столетия, пока его не сломала буря, было музейным экспонатом. На него непременно стремились взглянуть все, кому посчастливилось посетить родовое имение семьи Ньютонов в Вулсторпе, неподалеку от Кембриджа.

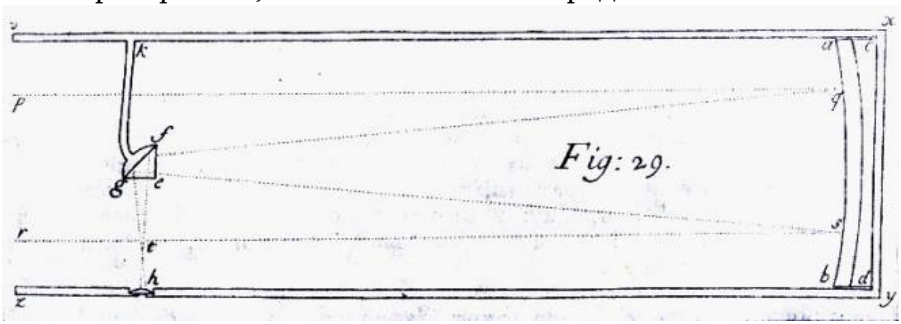
Вместе с тем еще один друг Ньютона, Пембертон, весьма сомневался в возможности такого события. Аналогичного мнения придерживался и знаменитый Вольтер, получивший информацию от племянницы Ньютона. Чуть позже Карл Гаусс, выдающийся немецкий математик и астроном, писал о пресловутом яблоке: «Я не понимаю, как этот случай мог ускорить или замедлить это открытие». Гаусс считал, что Ньютон нарочно сочинил анекдотическую историю, чтобы отделаться от «докучливого неумного и нахального допросчика». Непонятно, кого он имел в виду, — уж не Стукелея ли?

Вероятно, истинную историю открытия никто уже не восстановит, можно лишь попытаться оценить достоверность тех или иных фактов и их толкований.

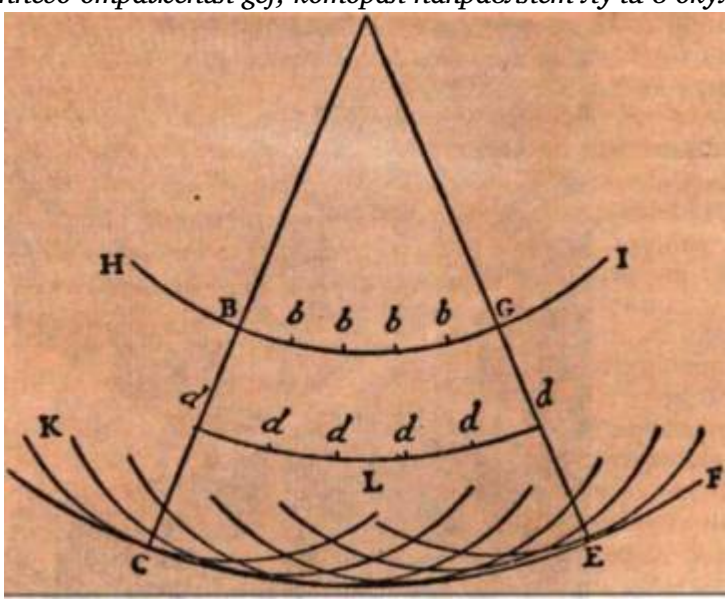


Опыты Ньютона по дисперсии света.

Что было несомненно? То, что после окончания колледжа и получения степени бакалавра Ньютон осенью 1665 года уехал из Кембриджа к себе домой в Вулсторп. Причина? Эпидемия чумы, охватившая Англию, — в деревне все-таки меньше шансов заразиться. Сейчас трудно судить, насколько необходима была эта мера с медицинской точки зрения; во всяком случае, она была не лишней. Хотя у Ньютона было, по-видимому, прекрасное здоровье — к старости он сохранил густые волосы, не носил очков и потерял только один зуб, — но кто знает, как сложилась бы история физики, останься Ньютон в городе.

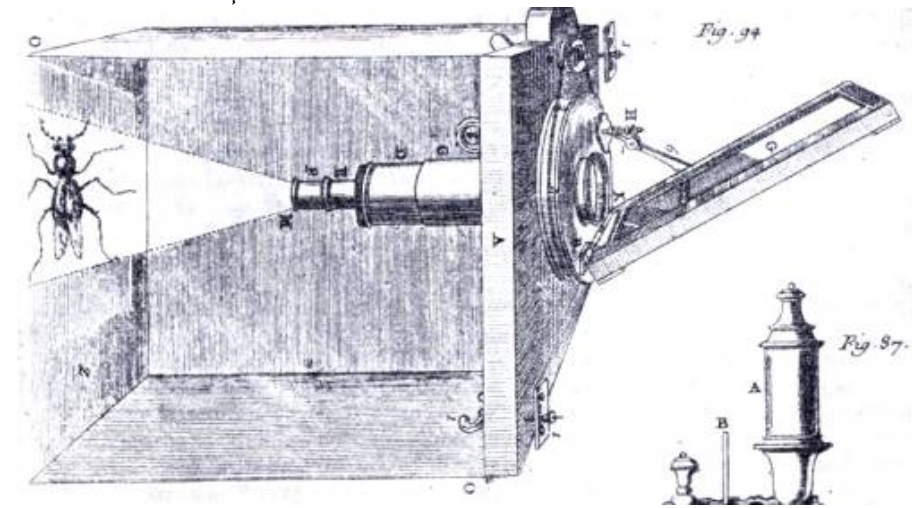


Телескоп Ньютона с призмой полного внутреннего отражения. Вблизи фокуса зеркала agsb помещается призма полного внутреннего отражения gef, которая направляет лучи в окуляр.



Построение огибающей волны по Гюйгенсу. DCEF — сферическая волна с центром A. Каждая точка внутри этой сферы, например точка B, является центром элементарной волны KCL, касающейся DCEF в точке C. Элементарные волны весьма слабые, так что ощущается не эффект каждой волны в отдельности, а

лишь их огибающая.



Солнечный проекционный микроскоп, представленный Лондонскому Королевскому обществу в 1740 году.

Что еще было? Был несомненно также сад при доме, а в саду — яблоня, и была осень, и в это время года яблоки, как известно, нередко самопроизвольно падают на землю. Была и привычка у Ньютона гулять в саду и размышлять о волновавших его в тот момент проблемах, он сам не скрывал этого: «Я постоянно держу в уме предмет своего исследования и терпеливо жду, пока первый проблеск мало-помалу обратится в полный и блестящий свет». Правда, если считать, что именно в то время его озарил проблеск нового закона (а мы можем теперь так считать: в 1965 году были опубликованы письма Ньютона, в одном из которых он прямо говорит об этом), то на ожидание «полного блестящего света» понадобилось довольно много времени — целых двадцать лет. Потому что опубликован закон всемирного тяготения был только в 1687 году.

Причем интересно, что и эта публикация была сделана не по инициативе Ньютона, его буквально заставил изложить свои взгляды коллега по Королевскому обществу Эдмунд Галлей, один из самых молодых и одаренных «виртуозов» — так в то время называли людей, «изощрявшихся в науках». Под его давлением Ньютон и начал писать свои знаменитые «Математические начала натуральной философии». Сначала он отправил Галлею сравнительно небольшой трактат «О движении».

Эдмунд Галлей 1656–1742

Галлей, мгновенно оценив всю значимость идей Ньютона, поехал к нему, чтобы убедить изложить их более подробно. При этом он брал на себя все денежные издержки и хлопоты по изданию. На этот раз ему не пришлось особенно уговаривать Ньютона: вероятно, наступил тот редкий момент, когда ученый почувствовал потребность изложить свои взгляды публично. И в течение полутора лет он написал все три книги своих «Начал», которые полностью вышли в свет летом 1687 года. И тогда уже весь мир, а не только члены Королевского общества, мог узнать о том, что две частицы притягиваются друг к другу с силой, прямо пропорциональной произведению их масс и обратно пропорциональной квадрату расстояния между ними.

Вот, собственно, что было. Во всей цепи этих событий, как видите, для случайности остается не так уж много места, разве что эпидемия чумы. Если бы не она.

Ньютон не уехал бы в Вулсторп, и, как знать, была ли бы в Кембридже у него возможность наблюдать падение яблока, причем в тот момент, когда воображение ученого ждет лишь толчка, чтобы направиться по совершенно новому, неведомому пути. Но если бы сан Ньютон расценивал историю с яблоком как счастливую случайность, нежданно-негаданно натолкнувшую его на выдающееся открытие, если бы он так к этому относился, разве стал бы он ждать двадцать лет, чтобы сообщить миру об этой находке?

Однако он не поспешил оповестить мир о случайном открытии. Лишь в 1673 году, через восемь лет следовательно, он в весьма туманной форме высказал в одном из писем голландскому ученому Христиану Гюйгенсу намек на то, что ему

известно нечто, что позволяет вычислить величину взаимного притяжения Земли с Луной и Солнцем. Но намек был столь загадочен, что остался непонятым. Быть может, и впрямь Ньютон имел намерение сказать поболее, но то ли из-за того, что в переписке между «виртуозами» полагалось быть загадочным, то ли просто подозрительность или скрытность сковали его благое намерение, но оно так и осталось неосуществленным. Хотя много лет спустя Ньютон уверял, что о его открытии давно можно было догадаться по письму к Гюйгенсу.

Вспомним далее, как появилась публикация — ее же буквально вытянули из Ньютона. Что это — леность? Желание остаться в тени?

20 июня 1686 года в письме к Галлею по поводу первой книги «Начал» Ньютон намекает — опять намек! — что лишь в прошлом году, то есть в 1685-м, ему удалось получить доказательства того, что закон обратных квадратов справедлив не только в космосе, но и у поверхности Земли. Понадобилось двадцать лет, чтобы первая мысль о тождественности силы притяжения, управляющей движением планет, с силой тяжести на Земле воплотилась в количественный закон. По-видимому, Ньютон не считал для себя удобным публиковать голую идею, не подкрепленную расчетами, а расчеты поначалу не получались. Была даже создана попутно еще одна легенда — о том, что вычисления не сходились из-за того, что Ньютон воспользовался неправильным значением радиуса Земли, а правильное значение было получено через много лет, вот и пришлось ему ждать.

Христиан Гюйгенс 1629–1695

Вообще-то говоря, если уж тщательно разбираться, когда мог быть открыт закон всемирного тяготения — в самом общем виде хотя бы, — то выясняется, что мог он быть открыт по крайней мере еще в III веке до нашей эры, когда впервые было высказано предположение, что приливы и отливы на Земле происходят под влиянием Солнца и Луны. И уж во всяком случае этот закон должен был появиться — если только падающего яблока ему не хватало — в 1596 году, когда Иоганн Кеплер издал труд «Тайна Вселенной», где смело утверждал, что Луна движется вследствие земного притяжения.

Иоганн Кеплер 1571–1630

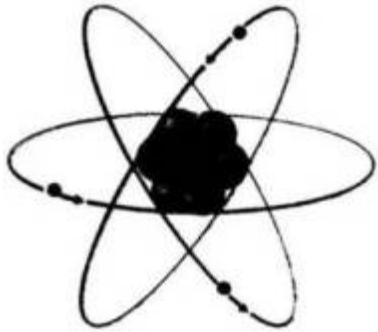
Но тем не менее закон в его строгом математическом выражении так и не появился, хотя ученые в то время уже имели представление о законе обратных квадратов.

Знал о нем и Роберт Гук, когда в 1666 году докладывал Королевскому обществу об опытах, доказывающих зависимость веса тела от высоты, и когда в 1674 году опубликовал этюд «О движении Земли», где прямо говорит, что «не только Солнце и Луна оказывают влияние на форму и движение Земли, а она, в свою очередь, влияет на их движение, но Меркурий, Венера, Марс, Юпитер и Сатурн также влияют своим притяжением на движение Земли…». Однако Гук поначалу, так же как и Ньютон, не решился или, вернее, не догадался распространить действие закона обратных квадратов на рассматриваемые модели и считал, что сила действия увеличивается просто обратно пропорционально расстоянию; лишь в 1680 году он надумал ввести квадрат расстояния, о чем и сообщил в письме Ньютону, но было поздно: Ньютон сам уже сделал это.

Словом, яблоко, даже если и падало, даже если натолкнуло Ньютона на предположение, не сыграло столь большой роли в рождении нового закона, как ему приписывает легенда:

согласитесь, за двадцать лет идея могла оформиться в сознании ученого и без его наглядной помощи.

Но даже если предположить, что случай сыграл известную роль в появлении идеи, то последующие за этим двадцать лет ожидания, пока она воплотится в формулу, не дают оснований говорить о легкости такой случайной находки.



Глава 4. Открытие гальванического электричества и биотоков

Луиджи Гальвани 1737–1798

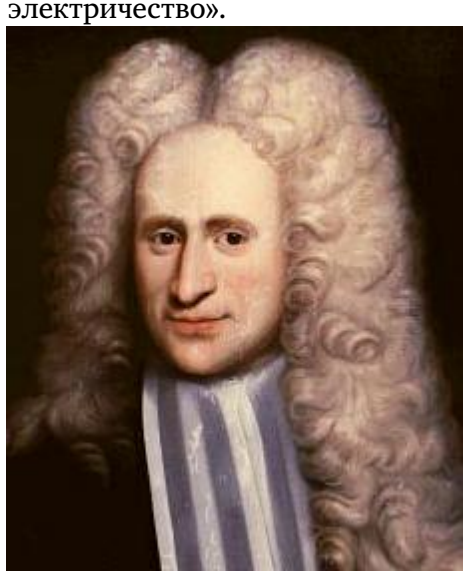
Через сто лет после того как в Англии были опубликованы «Начала» Ньютона, на другом конце Европы, в Италии, в городе Болонье, знаменитом своим университетом, у тамошнего профессора анатомии простудилась жена. Эти события, разделенные целым веком, безусловно разного масштаба: о первом сразу же узнала вся Европа, а о втором… впрочем, о втором Европа тоже узнала, только через год.

Нас, правда, больше интересует не жена профессора, хотя легенда и приписывает ей известную роль в происшедших событиях и даже неким итальянским поэтом был сочинен в ее честь сонет, в котором эта роль всячески подчеркивалась. Нас интересует сам профессор, в то время тридцатилетний медик, уже восемь лет занимающий кафедру анатомии в родном университете. Может заинтересовать нас и город, в котором он родился, учился и работал и который сами итальянцы называли «Bologna la grassa» и «Bologna la dotta», — «жирная Болонья» и «ученая Болонья». Сочетание эпитетов странное, но что поделаешь. Болонья удачно расположена в сельскохозяйственном отношении, ее окружали тучнейшие житницы и виноградники, путешественники единодушно отмечали изобилие и дешевизну, но вместе с тем Болонья располагала старинным университетом,

каким могли похвастать немногие города Европы. В XVII веке университет породил множество различного рода академий, так что в то время, когда двадцатидвухлетний Луиджи Гальвани принял кафедру анатомии, ученые играли в общественной жизни города ведущую роль.

Вероятно, поэтому и потому еще, что в те годы Болонья была одним из художественных центров Италии, чья слава уступала только Риму и могла сравниться с Флоренцией и Венецией, Болонья считалась во владениях римского папы вторым городом после Рима, а ее кардинал был после папы вторым лицом в Ватикане.

Вот в этой обстановке, с одной стороны благополучия и благодушия, а с другой — уважения к учености и к ученым, и протекала жизнь Луиджи Гальвани. После окончания университета он, помимо чтения лекций по анатомии, занимался исследованиями, относящимися к области сравнительной анатомии; судя по публикациям в журналах, он исследовал строение и природу костей, почки и уши птиц. Но особой известности ему эти труды не принесли, и знаем мы о них потому лишь, что в 1771 году он, по совету своего учителя Беккариа, занялся изучением электрических явлений, а через девятнадцать лет после этого у него простудилась жена, и ей прописали… Но, впрочем, не будем забегать вперед, остановимся пока на первом событии из той цепи, которая привела к появлению термина «гальваническое электричество».



Питер ван Мушенброк 1692–1761

В том, что Гальвани занялся изучением электричества, не было ничего особенно выдающегося — в то время кто только этим ни занимался. То было время первых волнующих открытий в

области электричества. В 1663 году была построена первая электрическая машина. В 1746 году была изобретена знаменитая лейденская банка. Открытие голландского профессора математики из Лейдена Питера Мушенброка, сделанное, кстати, случайно, взволновало всех — и ученых и не ученых. Все, кто мог, стали делать опыты с лейденской банкой. Во Франции опыт был повторен даже в Версале, в королевском дворце, в присутствии Его Величества. Сто восемьдесят гвардейцев в парадных мундирах, взявшись за руки, образовали цепь; первый держал в свободной руке банку, последний извлекал из нее искру, а удар чувствовали все. «Было курьезно видеть, — писал очевидец этого великосветского опыта, — разнообразие жестов и слышать вскрики, исторгаемые неожиданностью у большей части получающих удар». Но кроме возможности наблюдать курьезы открытие лейденской банки дало науке и нечто посерьезнее — способность накапливать электричество и экспериментировать с ним.

В эти же годы пробуждается интерес ученых и к животному электричеству, хотя истоки его можно обнаружить еще в глубокой древности. Жителям побережья Средиземного моря давно было знакомо действие электрического ската, только он тогда не назывался электрическим и удары, которые он наносил, полагали механическими; считалось полезным купать в морской воде, где обитают скаты, детей — это якобы придавало им здоровье. Но когда появились первые достоверные сведения об электричестве, ученые усмотрели в таинственных ударах, производимых некоторыми рыбами, в частности скатами, электрическую природу. А открытие лейденской банки, которая оказывала аналогичное со скатом действие, убедило в этом ученых окончательно.

Вспомнив о лечебном действии зарядов ската, описанном в книгах древних греческих и римских писателей, ученые стали пытаться применять действие электрических разрядов для лечения некоторых заболеваний. Иногда попытки были успешны. Так, описаны несколько случаев излечивания паралича. Но многие лжемедики, усмотрев в новом открытии возможность прославиться и заработать и ничего не смысля ни в физике, ни в физиологии, стали применять электрическую машину и лейденскую банку для врачевания всех болезней подряд. Конечно, многие такие попытки кончались в лучшем случае безрезультатно, а иногда и весьма печально.

Гальвани не принадлежал к числу столь легкомысленных врачей, да и вообще он, скорее всего, не занимался в то время медицинской практикой. Об этом можно судить по тому хотя бы,

что только в сорок пять лет он начал читать собственно медицинский курс — акушерство; до этого он служил чистой науке. Кроме того, в пользу такого предположения говорит и тот факт, что, когда заболела его жена, не он прописал ей… Впрочем, мы опять забежали вперед.

Словом, Гальвани не лечил электричеством больных, но, как истинный естествоиспытатель, уже с 1771 года начал исследовать действие на животных электрического тока. С этой целью на его лабораторном столе стояли лейденская банка и электрическая машина, судя по дошедшим до нас рисункам, сделанным самим Гальвани — почти такие же, как ныне стоят в любом школьном физическом кабинете.

Свои эксперименты Гальвани ставил на разных животных, но чаще всего на лягушках. Это обстоятельство, увековеченное, кстати, даже на мемориальной доске, которая установлена на доме ученого, имеет для нас немалое значение. Ибо именно оно должно послужить весомым аргументом против якобы «совершенно случайного» характера открытия, которое имело место в 1790 году вследствие того, что жена профессора Гальвани простудилась и ей прописали… Но, думаю, больше нет возможности откладывать рассказ о том, что же произошло, когда она простудилась.

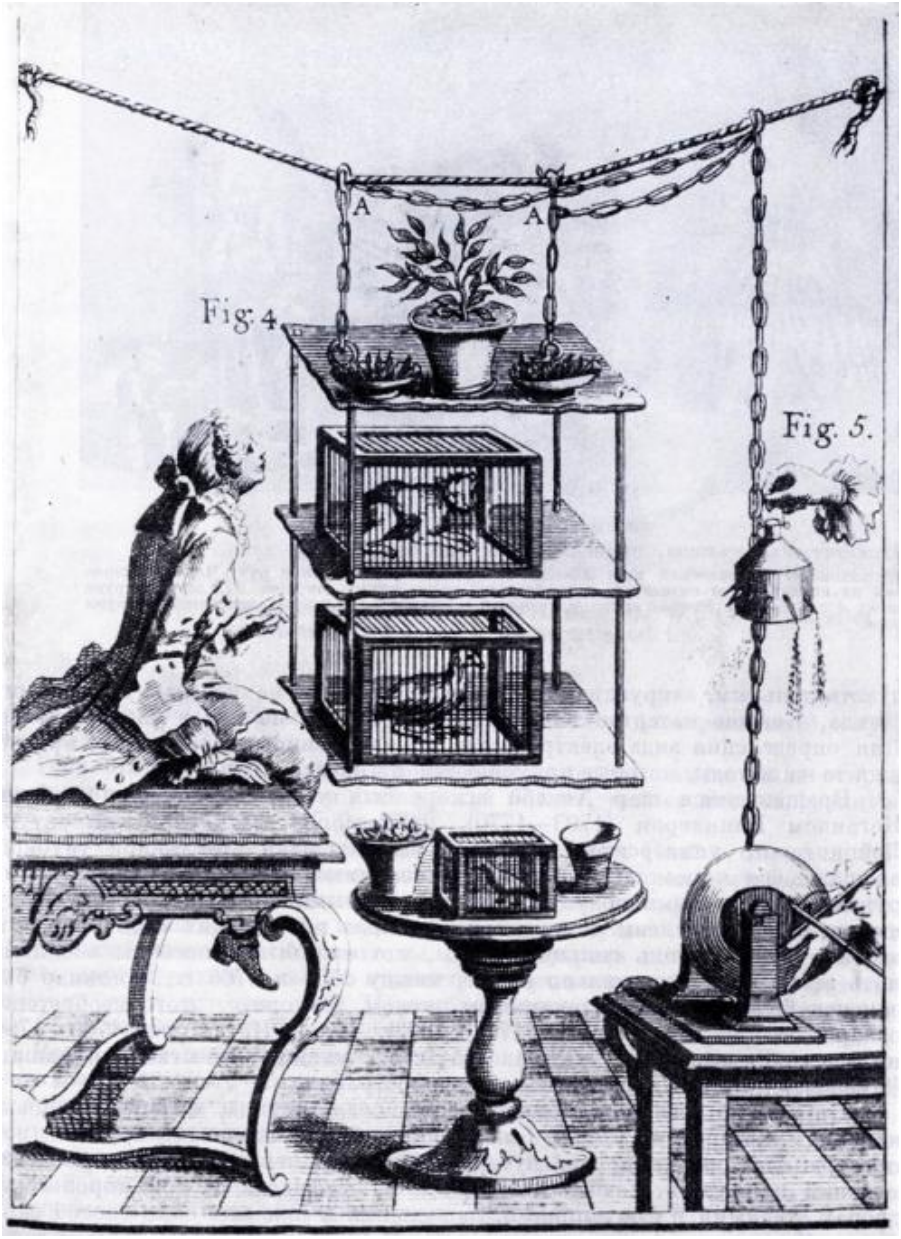
Собственно, ничего особенного не произошло. Как гласит легенда, врачи прописали синьоре Гальвани «укрепительный бульон» из лягушечьих лапок. Не будем ухмыляться по поводу данного назначения — антибиотиков и сульфамидных препаратов в то время не было. Но лягушек, прежде чем сварить, надо приготовить: содрать с них кожу и отделить лапки. Тут, как говорится, синьору профессору и карты в руки: кто лучше него, анатома, мог это сделать. И он, мол, приготовил у себя на лабораторном столе некоторое количество лягушек. Правда, один весьма уважаемый ученый, секретарь Парижской Академии наук, — утверждал, будто лягушки приготовила кухарка синьоры Гальвани. Сам же Гальвани, описывая этот день, упоминает, во-первых, себя в качестве препаратора, а во-вторых, всего одну лягушку. Это не такая уж маловажная деталь, ибо если и впрямь это сделал сам ученый, то для случайности во всей этой истории остается совсем немного места.

Есть и еще одно противоречие в легенде. В комнате, по свидетельству Гальвани, присутствовали еще по меньшей мере два человека. Один из них, судя по всему, — ассистент, а другой или другая, по-видимому, жена Гальвани, которая, как пишет ученый, «обычно помогала нам при электрических опытах». Вообще-то сам Гальвани написал об этом очень туманно: «одно

лицо». И то, что это была все же его жена, утверждают современники ученого. Но если это действительно так, то отсюда неумолимо следуют два вывода. Первый: она не могла быть больной в это время и, следовательно, препарированы лягушки были совсем для иных целей. И второй: оно, лицо это, помогало при электрических опытах, значит и в этот день ставился электрический опыт и вот для какой цели и нужны были лягушки. Пока, как видите, ничего случайного не происходит.

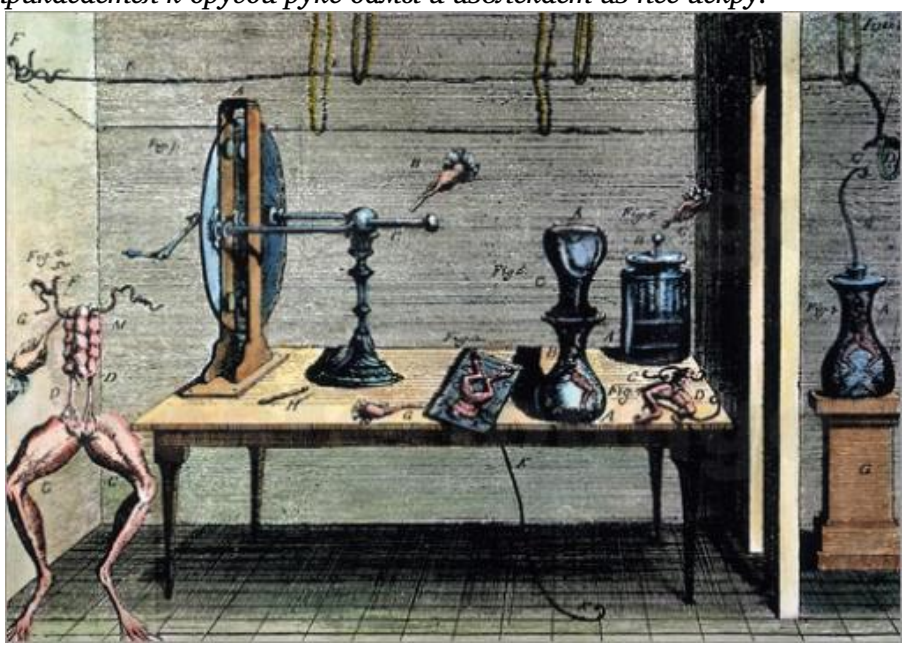
Дальше было вот что. Синьора Гальвани время от времени запускала электрическую машину и извлекала искру. Сейчас такого помощника отругали бы, чтобы не баловался, а тогда электрические машины были в диковинку, и поэтому любопытство, особенно женское, было объяснимо. И вот в один из моментов, когда ассистент дотронулся… Впрочем, предоставим слово самому Гальвани. «Когда одно из лиц, помогавших мне, случайно чуть-чуть коснулось концом скальпеля внутреннего бедренного нерва лягушки, то мышцы конечностей вдруг сократились как будто от сильной судороги». Здесь вступает в действие синьора Гальвани: «Другое лицо, помогавшее нам при электрических опытах, заметило, что это происходило лишь тогда, когда из машины извлекалась искра. Удивленное этим новым явлением, оно обратило на него мое внимание, поскольку я был занят в это время совсем другим. У меня явилось желание тотчас же увидеть это новое явление и расследовать его скрытые причины». Так начиналась статья Гальвани «Об электрических силах при мускульных движениях», опубликованная в 1791 году.

Исходя из этих нескольких строк, многие историки сделали вывод, будто открытие Гальвани, во-первых, принадлежит не самому Гальвани, а либо его жене, либо кому-то из помощников, а во-вторых, что оно явно случайно. Что ж, с этим, пожалуй, можно согласиться, с одной оговоркой только: никакого открытия в том, что увидело это таинственное лицо и чему оно удивилось, не было. И значение этого эпизода, явно раздутое, заключается лишь в том, что он побудил Гальвани к новым исследованиям, в результате которых действительно было сделано важное открытие, даже не одно, а два, хотя второе сам ученый, к сожалению, не заметил.



Опыты по электричеству. XVIII век.

Опыт Грея. Мужчина, стоящий справа, приближает наэлектризованную стеклянную трубку к руке дамы, сидящей на качелях, подвешенных на шелковых веревках, а мужчина слева прикасается к другой руке дамы и извлекает из нее искру.



Первые опыты Гальвани.

Прежде всего Гальвани выяснил, что далеко не безразлично, чем дотрагиваться до лягушки. В описанном случае скальпель имел костяную ручку, прикрепленную железными гвоздями. Оказалось, что сила сокращения мышцы зависит от того, за какую часть скальпеля держится рука; наибольшее сокращение происходит, когда рука дотрагивается до лезвия или железных гвоздей.

Затем предпринимается вторая серия опытов; ее схему легко

восстановить по рисунку Гальвани. Он выносит стол во двор и ставит его около колодца. Препарированную лягушку помещает в закрытую банку. От нерва задней лапки тянется проволока на крыше, другая от мышцы идет в колодец. Искру, родившуюся на лабораторном столе, Гальвани хочет заменить молнией. Судя по всему, погода в те дни благоприятствовала его намерениям — и гроза не заставила себя ждать. «Как только появлялись молнии, — пишет ученый, — тотчас же мышцы приходили в сильные сокращения, которые совпадали по времени с молнией и предшествовали грому».

Итак, первый из серии опытов вполне удался! Он подтвердил прежнее наблюдение: нерв лягушки является чувствительным электроскопом, улавливающим даже отдаленные электрические разряды.

— А если нет видимых разрядов — просто атмосферное электричество будет ли вызывать сокращение лапки?

Гальвани многократно повторяет опыт, сначала в первоначальном виде — вешая лягушек на ограду, — но увы: «Я стал наблюдать препараты в разные часы в течение нескольких дней подряд, но едва заметил несколько сокращений в мускулах».

Может быть, виноват плохой контакт между проволокой и забором и лягушки не заземлены? Ученый устал и явно торопит события: «Утомленный ожиданием, я изогнул и плотно прижал к решетке крючок, пропущенный через спинной мозг, чтобы видеть, не удастся ли теперь вызвать мышечные сокращения».

Результат несколько обескураживает ученого: «Теперь сокращения появлялись нередко, однако вне всякой связи с изменением состоянии атмосферы или электричества».

Но откуда же берется электричество — мышцы ведь сокращаются? После недолгих размышлений Гальвани приходит к выводу, что электричество все же атмосферного происхождения. Однако он ощущает недостаточность экспериментального материала и тут же намечает продолжение опытов. Методика простая, но эффективная; он проверяет на воздухе то, что подмечено в комнате, а в комнате — то, что подмечено на воздухе. С этой целью он возвращается в дом, к своему лабораторному столу.

В комнате все повторяется: «Когда я внес лягушку в комнату, положил ее на железную пластинку и приблизил к последней крючок, проткнутый через спинной мозг, то получились прежние движения, прежние сокращения».

Здесь уж вроде на электричество атмосферы не погрешишь — откуда оно берется?

Гальвани пробует варьировать этот опыт, меняет отдельные

детали, настороженно бродит по дому целыми днями в поисках электрического призрака: «Мною было испробовано то же самое с различными металлами, в различных местах, в разные дни и часы, и всегда результат получался одинаковый; разница была лишь в том, что от различных средств получались различные сокращения, в одних случаях сильнее, в других слабее. Непроводящие тела вовсе не давали сокращений. Этот результат нас очень удивил…»

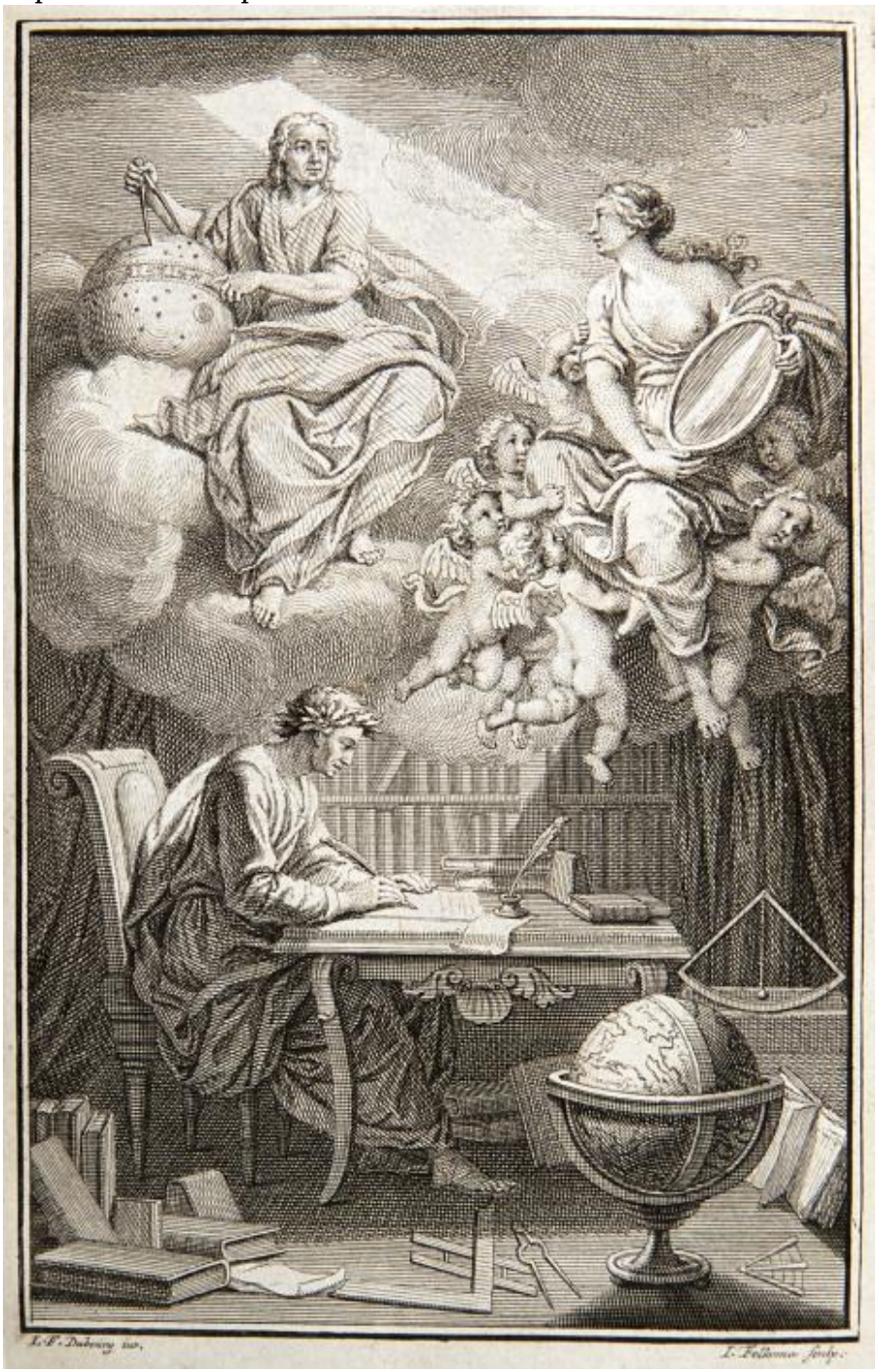
А нас может удивить невезение Гальвани, или, если хотите, его слепота, или — это не так жестоко и более справедливо — притупление интуиции. Его поиски похожи на известную игру «горячо — холодно». Он ощупью бредет в потемках, с каждым шагом все ближе к цели, все теплее и теплее становится, и, когда уж хочешь крикнуть ему «горячо» — так близко он находится к великому открытию, стоит только сделать последний шаг, — он неожиданно поворачивается и идет в другую сторону. И пишет в отчете: «Мы пришли к мысли о присущем животному электричестве».

И, как ни удивительно, делает этим тоже открытие. Не то, которое он должен был сделать и которое вскоре сделает, проверяя его опыты, Алессандро Вольта, не то, что вызвало переворот в физике, но то, что дало жизнь новой науке — электрофизиологии. Правда, когда Гальвани сделал эту знаменательную запись, он не помышлял о значимости своего предположения, он просто принял его, чтобы как-то выбраться из того лабиринта наблюдений, в который зашел в своих опытах. Животное электричество вроде бы все объясняло. Увлеченный своей гипотезой, Гальвани делает еще полшага к не замеченному и по-прежнему упорно не замечаемому открытию: «Когда я держал препарированную лягушку одной рукой за крючок, пропущенный через спинной мозг таким образом, что ноги лягушки касались серебряной чашки, а другой рукой прикасался при посредствии металлического тела к верхнему краю или к бокам серебряной чашки, на которой находились ноги лягушки, то животное, вопреки всякому ожиданию, приходило в сильнейшие сокращения, и это происходило неизменно каждый раз при повторении этого опыта».

Ну что вы скажете: в цепи два металла, серебро и железо, ток образуется «неизменно каждый раз», то есть работает не что иное, как гальванический элемент, — и «вопреки всякому ожиданию»! Значит: ничего не видит, не подозревает. Просто досада берет!

А когда Вольта увидит это, Гальвани не поверит и будет упорно бубнить о животном электричестве. И надо только удивляться великодушию Вольты, назвавшего, несмотря на это,

открытое им электричество гальваническим.



Титульный лист амстердамского издания 1738 года книги Вольтера «Элементы физики Ньютона».

Странен, очень странен Гальвани. Все вокруг возопит: горячо!

Он замечает, что если в цепь с лягушкой ввести два одинаковых металла, то сокращения получаются слабые или вовсе отсутствуют, а спаривая железо, медь и серебро, он наблюдает сильные движения; когда он обкладывает нерв лягушки оловянной фольгой (станиолем), судороги становятся особенно сильными. Луиджи усложняет опыт: он вводит в цепь несколько человек, держащихся за руки, наподобие опыта в Версале, — мышцы лягушки по-прежнему констатируют наличие электрического тока. Все это ученый видит, все тщательно фиксирует, но причины появления тока уловить не может. Ходит где-то совсем близко, а смотрит в другую сторону.

Любопытно, как сочетаются в характере ученого робость со смелостью. Он не боится предположить существование животного электричества и даже наметить пути применения своего открытия для лечебных целей, но он не решается ступить в сторону с уже нащупанного пути — дело это темное, как он сам говорит. Может быть, в этой умеренности сказывается дух Болоньи, а может, причина робости — недостаточность знаний в области физики; недаром же, добыв свое открытие на физиологическом препарате, он при первой же возможности стремится снова убежать в знакомые физиологические сферы, подальше от физики.

А впрочем, зачем судить человека за то, чего он не сделал, хоть и мог сделать, лучше воздадим ему хвалу за то, что он все-таки сделал, но чего мог и не делать. В конце концов, какая разница, кто открыл человечеству гальваническое электричество — Вольта или Гальвани. Оба они итальянцы, славы Италии от этого не убавится. Важно, что открытие все же состоялось и что в названии его увековечено имя ученого, наведшего Вольту на открытие. И если в этой книге мы говорим о случайных открытиях, то вот пример обратный — как открытие случайно не было сделано.

Правда, в одном надо отдать должное Гальвани. Изрядно намаявшись с доказательством того, что мышца представляет собой лейденскую банку, а нерв — кондуктор банки, он не обходит молчанием и противоречивые факты, но не знает, что с ними делать, и в конце концов выходит из положения следующим образом: «Итак, да позволено нам будет следовать этой не слишком невероятной гипотезе, которую, однако, мы тотчас же оставим, когда другие ученые выскажут более верное суждение о предмете или установят лучшую гипотезу на основании открытий и новых опытов».

Может показаться, что ученый не очень-то уверен в правильности своей гипотезы — он уже заранее готов от нее отказаться. Но не следует особо доверять его формулировкам, это

не более чем дань изящной словесности; Гальвани не подумал оставить свою гипотезу, когда Вольта представил весь требуемый набор: и новые опыты, и новые открытия, и более верные суждения.

Но, впрочем, не будем забегать вперед, все перипетии борьбы еще впереди, пока что опыты Гальвани вызвали настоящую сенсацию. В Италии, а затем и в других странах Европы их повторяют, получают такие же эффектные результаты, и слава болонского профессора растет как снежный ком. У него появляются ученики и последователи, и ему должно льстить, что среди них — его известный соотечественник, «один из первых авторитетов в области электричества, гений между физиками», как назвал его один из современников — Алессандро Вольта.

Глава 5. Изобретение гальванических элементов

Алессандро Вольта 1745–1827

Вольта был всего на восемь лет моложе Гальвани. Он родился в Ломбардии, в маленьком городке Комо, на берегу Комского озера, и прожил там безвыездно до тридцати двух лет. Нельзя сказать, чтобы он не стремился увидеть мир, но он не мог оставить свою работу, весьма почетную во все времена, но и во все времена трудную: работу школьного учителя физики. Правда, поначалу родители готовили его к деятельности священника, он и учился в школе ордена иезуитов. Может, кто другой и зачах бы в провинциальной глуши, вдали от культурных центров, где творилась новая физика, где каскад открытий рождал новые светила, новых кумиров. Но Вольте его уединенная жизнь не помешала основательно изучить физику, особенно новый ее раздел — электричество, следить за всеми публикациями и надеяться при первом же удобном случае вырваться из Комо, которому он отдал свои лучшие молодые годы. А впрочем,

обязательно ли молодые годы лучшие? У Вольты расцвет его творчества пришелся на сорок пять — пятьдесят лет.

С 1774 года Вольту стали именовать профессором физики, однако это звание вряд ли могло заменить ему приборы, необходимые для изучения последних достижений науки.

Однако период особенно интенсивного творчества наступил для Вольты в 1779 году, когда ему была предложена уже настоящая кафедра физики, специально для него основанная в Павии, в Тессинском университете. Здесь в полной мере раскрылся один из талантов Вольты, известный еще в Комо, — талант лектора. Это качество, весьма редкое среди ученых, снискало Вольте такую популярность, что его лекции приезжали слушать студенты со всей Италии и даже из других европейских стран. И студент, кончавший Тессинский университет, получал не только диплом, но и право называться учеником Вольты, и второе свидетельство было даже ценнее первого. И не случайно итальянцы, говоря о Вольте, добавляли перед его именем слово «ностра» — наш. Ностра Вольта, наш Вольта, — это звучит скорее как эпитет, нежели простое местоимение.

По свидетельству современников, лекции Вольты привлекали к себе такое большое внимание потому, что строил он их не по шаблону; он не перечислял просто сумму сведений, содержащихся в учебниках, — это студенты могли бы узнать и без него, — он рассказывал об истории открытий, о путях физики, он знакомил слушателей с ходом размышлений, которые приводили выдающихся ученых к их достижениям. Словом, студенты Вольты узнавали и то, что из книг узнать не могли. Причем узнавали не просто от профессора, знающего о технологии научного творчества понаслышке, из вторых рук, а от ученого, прославившегося в своей области науки выдающимися открытиями.

Правда, это случилось позже, чем Вольта начал читать лекции. Но и до тех пор он вел, помимо лекционной, исследовательскую работу. Причем интересы его были весьма широки; он, например, разрабатывал теорию происхождения горючего газа и даже выезжал в Апеннины, чтобы на месте проверить ее справедливость. Обнаружив, что горючий газ из болот и угольных копей способен взрываться, Вольта даже придумал пистолет, работающий на газе. И любопытно, что в качестве запала Вольта использовал электрическую искру, и, поскольку ток можно было передавать по проводам на большие расстояния, Вольта предложил применить свой пистолет для передачи сообщений из Комо в Милан, столицу Ломбардии; это был прообраз телеграфа. Идея осуществлена не была, но

показывает нам Вольту с новой стороны — не только как химика и физика, но и как инженера.

В 1782 году Вольта предпринял довольно серьезный по тем временам вояж, посетив столицы четырех европейских государств — Германии, Голландии, Англии и Франции. В наши дни такая поездка занимает немного времени, а в те годы это было нелегкое предприятие, требовавшее от путешественника не только времени, но и изрядной физической выносливости. Для Вольты же, человека вообще склонного к оседлому образу жизни, домоседа, покидавшего свой город всего несколько раз в жизни, эта поездка была целым событием.

Принимая Вольту, европейские знаменитости приветствовали итальянского профессора, известного своими интересными лекциями, но не более того. Им не могло прийти в голову, что спустя двадцать лет уже с ним будут добиваться знакомства физики всех стран, с ним, скромным профессором из маленького городка.

А Вольта — думал ли он об этом? Наверное. Иначе зачем же в каждой из столиц закупал новейшие физические приборы — только для лекционных демонстраций? Для этого годилось и то, что уже существовало в университете.

Зеркальный телескоп. Около 1750 года.

Нет, правильнее представить себе, что Вольта не случайно стремился иметь именно новейшие приборы, как и не случайной оказалась невинная, на первый взгляд, попытка повторить опыт Гальвани и осмыслить то, что физиолог не смог понять в чисто физическом явлении.

Мне кажется, читая в седьмом томе медицинского журнала сообщение Гальвани, Вольта уже должен был почувствовать смутное беспокойство. Не потому, конечно, что медик осмелился

вторгнуться в физику — такое нередко случалось, и не без пользы для последней. Нет, не поэтому, разумеется. Но ведь Гальвани обнаружил не просто какое-то физическое явление, примыкающее к ранее известному или вытекающее из него, — он наткнулся на нечто совсем новое, непонятного происхождения, и в физическом толковании этого явления суждение медика не могло стать для физика окончательным и бесспорным. Оно просто требовало проверки специалиста, немало поднаторевшего в электрических исследованиях и потому способного заметить мелочи, на которые другой мог и не обратить внимания.

Вольта, правда, в свою очередь не был столь искусен в обращении с лягушками, но оказалось, что дело вовсе не в них.

Нет, вначале лягушки занимали подобающее место. Потому что в первых опытах Вольта просто повторил то, что уже было достигнуто и описано Гальвани. Но такова технология науки: не ставя даже под сомнение правильность полученных результатов, просто попытаться их воспроизвести. И проверить этим не только своего коллегу, но и себя: ведь не исключено, что может не хватить собственного экспериментаторского мастерства.

Воспроизводя первый раз опыт Гальвани, Вольта убедился, что болонский медик совершенно прав: какая-то неведомая сила приводила в движение лапки умерщвленной лягушки. И столь велика была магия «животного электричества», — ведь вся Италия, а за ней и другие страны просто с ума посходили, и каждый, кто мог, наблюдал чрезвычайно эффектное «оживление» лягушек, — что умудренный физик, а Вольте тогда было сорок шесть лет, поначалу примкнул к числу поклонников нового идола.

Однако очень скоро Вольта почувствовал, что здесь что-то не так; не могло быть случайностью, что во всех опытах Гальвани фигурировали металлы — или скальпель, или крючок, или пластинка, причем чаще всего металла было даже два, и в этих случаях Гальвани отмечал наиболее сильное сокращение.

Уже в письме, адресованном одному миланскому врачу и опубликованном в физико-медицинском журнале в 1792 году, — кстати, Вольта почти все свои работы публиковал в виде писем к разным ученым, — так вот, в этом письме он приводит одно из условий сокращения мышцы: «Обкладки должны состоять из разнородных металлов… Разнородность металлов совершенно необходима». Если это еще и не прощание с животным электричеством, то оно уже не за горами.

Но болонцы во главе с Гальвани и не думают сдаваться. Они ищут контраргумент, и надо отдать должное, пока что ищут его в опытах.

Так что там говорит синьор Вольта? Необходимы два металла? А вот такой опыт как вы объясните? И Гальвани описывает эксперимент, где сокращение вызывалось пластинами, сделанными из одного металла. Что вы на это скажете?

Вольте есть что сказать и на это: «Можно ли утверждать, что употребляемые при этом металлы вполне одинаковы? Они таковы по имени, а не по сущности; случайные свойства, такие, как твердость, мягкость, гладкость поверхности… могут быть вполне достаточными причинами для различия». Так Вольта гениально предвосхитил роль поверхности в физике твердого тела; эти мельчайшие различия, как мы теперь знаем, играют огромную роль в полупроводниках.

Затем Вольта сообщил еще об одной серии опытов с металлами. Но на этот раз подопытным объектом была уже не лягушка, а сам ученый.

Вольта клал на кончик языка пластинку из металла, к другой части языка прикладывал золотую или серебряную монету и соединял оба металла проволокой. И что же? Вместо того чтобы вызывать сокращения мышц языка, металлическое электричество вызывало ощущение кислого вкуса.

Сегодня этот опыт известен каждому из нас. Кто не помнит удивительного кислого ощущения, возникающего, когда языком касаешься двух полюсов батарейки карманного фонаря: ведь с детства это наилучший способ проверки, не иссякла ли она.

Во второй половине XVIII века все это было внове — и само электричество, и ощущение, рождаемое им, и поэтому каждое такое новое сообщение вызывало сенсацию не только среди широкой публики, но даже среди ученых.

Правда, что касается именно этого опыта, то он не был для научного мира абсолютно новым: еще в 1752 году его описал немецкий физик Зульцер. Но он не дал ему никакого толкования, просто сообщил о любопытном явлении, и поэтому, наверное, особого интереса оно не вызвало. Когда же об этом опыте сообщил Вольта, резонанс был совершенно другим. Это было уже не просто занятное наблюдение — это был мощный аргумент в споре, за которым следила вся Европа, потому что Вольта после этого задал вполне резонный вопрос: если кислое ощущение вызывается двумя металлами и такое же действие наблюдается, когда подносишь к языку два полюса от электрической машины, то не логично ли предположить, что если равны следствия, то равны и причины, их вызывающие. То есть в случае с металлами также имеет место образование электричества.

Теперь Вольта уверен в своей правоте. Но он не торопится поставить точку. С методичностью, достойной настоящего

исследователя, он продолжает опыты в поисках новых доказательств. Вскоре, в том же году и в том же журнале, появилась еще одна работа, где прошлый эксперимент немного изменен (заметьте, какие небольшие перерывы между статьями, как напряженно работает Вольта): «При помощи тех же различных обкладок, которыми вызывается ощущение вкуса, мне удалось вызвать и ощущение света. Я накладываю на глазное яблоко конец оловянного листочка, беру в рот серебряную монету или ложку и затем привожу обе эти обкладки в соприкосновение при помощи двух металлических острий. Это оказывается достаточным, чтобы тотчас же или каждый раз, как производится соприкосновение, получить явление света или преходящей молнии в глазу».

Сколь просты опыты Вольты! Он использует самые доступные экспериментальные средства: уж что может быть доступнее собственного языка или глаза. И эта простота делает его аргументы убийственными для теории Гальвани — их может повторить не только ученый, но вообще любой человек и тут же убедиться в их справедливости. Одно дело, когда для доказательства гипотезы используются сложные приборы, дорогие установки, которыми располагают лишь немногие институты, — в этом случае научной общественности остается лишь ждать, какой приговор вынесут специалисты; а когда вся лабораторная оснастка при тебе, нет необходимости ждать чьего-то вывода, его легко получить самому. А наиболее твердые убеждения — это те, к которым приходишь сам. Вольта прекрасно понимает это и поэтому и утверждает столь решительно: «Из всех этих опытов никоим образом нельзя сделать вывод о существовании действительного животного электричества… Но если это так, — осторожно вопрошает он, явно обращаясь к болонским ученым, — то что, собственно, остается от гальванического животного электричества?…»

Здесь Вольта, конечно, неправ, он не ведает, что от гальванического животного электричества кое-что останется и только называться это кое-что будет биотоками. Но в том, что сильные сокращения мышц и расхождение листочков электроскопа вызывается различными металлами, — тут он, конечно, прав, хотя Гальвани не признает этого, но тем хуже для Гальвани. Ибо он не располагает уже ничем, кроме упрямства, а в научном споре этого недостаточно.

Наступил 1796 год. В споре между Вольтой и Гальвани, между двумя их теориями, воцарилось относительное затишье. С одной стороны, вроде бы спорить уже было нечего: каждый настаивал на своем и не желал принять аргументы коллеги и

противника; но, с другой стороны, нельзя утверждать, что спорить было не о чем: аргументы, на первый взгляд, исключали друг друга. Вольта получал электричество без участия живых организмов, только с помощью металлов, Гальвани получал электричество без участия металлов, только с помощью различных органов животных. И, следовательно, один из ученых был, казалось, неправ и должен был, как человек разумный и честный, уступить и признать правоту другого. Оба этого делать не желали, и оба были, как мы теперь знаем, неправы. То есть каждый был прав в своих наблюдениях, но неправ в истолковании опытов противника.

Гальвани даже был неправ дважды: он и в своих-то экспериментах не мог до конца разобраться. Ему действительно удалось обнаружить в животном наличие электричества; и когда мы приходим в поликлинику и делаем электрокардиограмму, то перо чертит на бумаге линии, рожденные слабыми токами нашего сердца. Но Гальвани, одержимый идеей опровергнуть Вольту во что бы то ни стало, не понял, что держал в руках. Странно все это: пытаясь отстоять одно открытие, ученые упорно не замечают другого.

Вольта в пылу дискуссии вообще отрицает существование в организме животного какого бы то ни было электричества. Но он отрицает чужое открытие. А Гальвани? Обнаружить одно из важнейших свойств живых организмов и не суметь его верно истолковать, пытаться обязательно противопоставить одно наблюдение другому, свести их в жестокой схватке, чтобы одно из них, восторжествовав, похоронило другое, — как это непростительно такому большому ученому! Ведь если бы и Гальвани и Вольта смогли отойти от своего спора и не ставить вопрос так узко — или-или, то электрофизиология родилась бы значительно раньше.

Правда, Гальвани поплатился за свою слепоту. Прежде всего тем, что другим ученым пришлось дооткрывать его открытие. И если бы не благородство Вольты, еще при жизни Гальвани настоявшего на том, чтобы электричество, рождающееся при соприкосновении металлов, называлось именем ученого, его впервые наблюдавшего, если бы это электричество не стало отныне и навеки называться гальваническим, то еще неизвестно, осталось ли бы имя болонского врача написанным в физике столь крупными буквами.

Несмотря на умеренность своего характера, Луиджи оказался чрезвычайно страстным в отстаивании убеждений. Уверен он, что Вольта не прав, — и стоит на своем, хоть уж и соратников-то под конец не осталось и все физики против него. Правда, это скорее

упрямство, чем принципиальность, но в 1797 году Гальвани доказал и свою принципиальность. В том году Наполеон, тогда еще называвшийся генералом Бонапартом, только что завоевавший Северную Италию, пожелал основать Цизальпинскую республику. В нее входила и Болонья, город, где Гальвани родился, вырос и работал. Было образовано новое правительство, и профессуре университета предложили принести ему присягу на верность. И тут случилось неожиданное: тихий шестидесятилетний профессор, далекий от политики, вдруг отказался приносить присягу.

Не знаю, что лежало в основе этого акта патриотизма — отчаяние, оттого что все не ладится под конец жизни, или это обдуманная решимость, но акция столь известного ученого произвела большое впечатление и нашла последователей.

Произвела она впечатление, конечно, и на правительство: и профессор был отстранен от кафедры, которой руководил тридцать семь лет.

Вероятно, Гальвани понимал, чем чревато его непослушание, но или удар оказался сильнее, чем он рассчитывал, или уж просто не было сил, но бывший профессор медицины, как пишут историки, «впал в меланхолию». Конечно, если бы не такое стечение обстоятельств, когда и без работы остался, и к исследованиям твоим интерес иссяк и все поклоняются другому идолу, может быть, у него и хватило бы мужества перенести свою отставку. Но, как говорится, беда никогда не приходит одна, и все вместе это сломило Гальвани, и хоть на другой год власти одумались и предложили ему вернуться в университет, он так и не смог оправиться и в том же, 1798 году умер.

Вольта демонстрирует свое изобретение Наполеону. Роспись Дж. Бертини в музее истории науки во Флоренции. 1880-е годы.

Интересно, что даже здесь, во взаимоотношениях не с научными истинами, а судьбой, Гальвани и Вольта вновь оказались антиподами. Вольта, так же итальянец, как и Гальвани, признал Наполеона и был осыпан почестями, которых, конечно, был достоин, но не меньше, чем Гальвани. Вместе с тем у Вольты было больше, чем у Гальвани поводов отвратиться от завоевателя. Ведь именно в Павии, а не в Болонье Бонапарт расстрелял без суда и следствия весь муниципалитет; ведь именно здесь местное население, не выдержав бесконечных грабежей и убийств, восстало против оккупантов, за что было основательно побито. И все же Вольта, видевший все это своими глазами, посчитал возможным принять из рук, обагренных кровью итальянцев, и деньги, и ордена, и прочие регалии славы. Может быть, он был загипнотизирован словами Бонапарта о том, что он, мол, несет свободу Италии, находившейся до этого под игом Австрии? Но какую свободу — под французским игом? Правда, Франция стала недавно республикой, и приход республиканской армии, свергающей монархию и насаждающей новые республиканские институты на завоеванных землях, мог показаться кому-то желанным. И, может быть, Вольта принадлежал к этим недальновидным и доверчивым людям. А Гальвани, старше и умудреннее, не дал себя обмануть красивыми, но пустыми словами.

Как бы там ни было, в результате один умер в тоске и безвестности, и слава пришла к нему позже, а другого хоронили как национального героя.

Но я забежал вперед, поскольку Вольта не успел сделать того главного, что принесло ему почести и славу. В тот год, когда мировая наука лишилась человека, впервые открывшего электризацию при соприкосновении, но открывшего, так сказать, с закрытыми глазами, его преемник, открывший для науки это не рассмотренное открытие, был на пороге новой удачи. Он шел к ней медленно, приближаясь методично, шаг за шагом, и уже тут-то ни о какой случайности не могло быть и речи.

Заканчивался XVIII век, век великих открытий. В реестры цивилизации были вписаны такие выдающиеся вехи, как электрическая и паровая машины. Ученые подводили черту под славным столетием. И, пожалуй, никто уже не предполагал, что черту эту придется опустить еще ниже, чтобы дать место одному из величайших открытий в области физики.

Хотя основания для таких предположений и были. Ученый, каждый год печатавший по статье, а то и по две-три, вдруг

замолчал. И четыре года о том, что он делает, ни слуху ни духу. Это должно было показаться подозрительным или по меньшей мере странным и требовать какого-то объяснения. Вероятно, к Вольте обращались с такого рода вопросами и, быть может, даже упрекали за молчание, потому что, когда он наконец решился заговорить, его первые слова, обращенные к сэру Джозефу Бэнксу, президенту Лондонского Королевского общества, были слова оправдания: «После долгого молчания, в котором не смею оправдываться, имею удовольствие сообщить вам несколько поразительных результатов…» — и дальше идет сообщение об открытии, которое и впрямь поразило физиков и которое послужило основой для нескольких новых выдающихся открытий в области электричества.

Надо признать, что Алессандро в жизни везло. Помимо таланта, прозорливости, была у него и счастливая звезда. Один раз мы уже убедились в этом, когда в 1792 году он поразил физиков сообщением о действии металла на органы вкуса и зрения, — а ведь это уже было описано сорок лет назад другим исследователем, но его описание затерялось, не объясненное. И вот теперь, в своем знаменитом письме, Вольта описывает построенный им прибор для получения электричества, который он скромно предлагал назвать «искусственным электрическим органом», но который благодарные современники единодушно окрестили вольтовым столбом. Так вот, и этот столб, как ни странно, уже был построен в свое время английским физиком Робайсоном и, кстати, не так давно, чтобы это забыть, — в 1793 году. Но это наблюдение опять осталось необъясненным. Робайсон сообщал о своем наблюдении в письме, адресованном английскому же физику Р. Фоулеру, а Фоулер привел это письмо в своей статье, имеющей вот такое длинное название: «Эксперименты и наблюдения относительно воздействия животного электричества, недавно открытого мистером Гальвани», вышедшей в Лондоне в 1793 году. Вот что наблюдал Робайсон: «Я беру несколько кусков цинка величиной в шиллинг и укладываю их вперемежку с таким же числом настоящих шиллингов в столбик. Подобная установка в некоторых случаях заметно увеличивает раздражение, и некоторые видоизменения ее дают, я надеюсь, еще более сильные явления. Если такой столбик приложить к языку боком так, чтобы язык касался всех сложенных вместе крючков, то раздражение оказывается очень сильным и неприятным».

А вот что пишет Бэнксу Вольта: «…я взял несколько дюжин круглых медных пластинок, а еще лучше серебряных диаметром примерно в один дюйм и такое же количество оловянных или

лучше цинковых пластинок. Затем из пористого материала, который может впитывать и удерживать много влаги (картон, кожа), я вырезал достаточное число кружков. Все эти пластинки я расположил таким образом, что металлы накладывались друг на друга всегда в одном и том же порядке и что каждая пара пластинок отделялась от следующей влажным кружком из картона или кожи…»

Похоже? Текстуально похоже. Но есть и огромная разница. Английский физик считает вкусовые ощущения не связанными с электричеством, Вольта же доказал обратное и из этого исходит, строя свой столб. То есть англичанин обнаружил какое-то странное явление, но не понял его сути, итальянский же физик понял ее и реализовал в приборе.

Но все же элемент везения здесь присутствует. Не почитай так Робайсон мнение Фоулера, который повторил опыты Гальвани и безоговорочно полагал, что наблюдаемые явления никак не связаны с электричеством, пошли он свое письмо кому-нибудь из тех английских физиков, которые не были согласны с Фоулером, и неизвестно еще, назывался бы столб вольтовым. Но все сложилось благополучно для будущего его изобретателя, и надо сказать, такой поворот представляется в высшей степени справедливым. Никто более Вольты не заслужил права дать свое имя первому постоянному источнику электрического тока. И когда мы читаем на батарейке «напряжение 4,5 вольта», мы понимаем: это дань уважения великому физику, почти двести лет назад построившему прообраз этой батарейки. Вольта сам назвал время сооружения первого своего столба: конец 1799 года. А письмо Бэнксу написал 20 марта 1800 года. Почему же он сразу не кинулся к письменному столу, чтобы сообщить миру о потрясающем открытии?

Потому что Вольта был настоящим исследователем. А настоящий исследователь не может предложить своим коллегам полуфабрикат идеи, пусть даже гениальной, он непременно захочет придать ей максимально законченный вид, первым обнаружив все ее слабые места до того, как это сделают другие, и попытается ликвидировать их. Он не может также не исчерпать все открывшиеся ему возможности, не перебрать несколько вариантов конструкции в поисках самой совершенной. И хоть и не терпится ему как можно скорее обнародовать свое открытие, и это вполне понятно, добросовестность и щепетильность не позволяют сесть за статью прежде, чем не ответил он сам себе на все вопросы, которые могли бы возникнуть у его будущего читателя.

Вот на что и понадобились Вольту четыре-пять месяцев,

которые отделяли его первую удачу от огласки.

Читая письмо Вольты, написанное ровным почерком, почти без помарок, и рассматривая схемы приборов, занимающие левые половины страниц, понимаешь, что эти месяцы ушли не впустую. Вольта не только подробно описывает действие своего столба, не только тщательно изображает его строение, но и приводит несколько вариантов конструкций.

Более того — он приводит и теоретическое обоснование своей работы в этом письме, правда, еще пока в общем виде, но вскоре у него появится возможность сделать это более обстоятельно и он воспользуется ею в полной мере.

В Лондоне его письмо было получено примерно через две-три недели. А доложил его Бэнкс Королевскому обществу лишь 26 июня. Такая задержка представляется очень странной и, честно говоря, не делает чести президенту общества. Хотя он мог бы оправдаться тем, что показывал его сразу же по получении в частном порядке некоторым членам Королевского общества. Мы знаем, что это было действительно так, и с этим связано даже одно из открытий, о котором я расскажу в следующей главе.

Вольта на склоне лет.

Когда открытие Вольты стало достоянием всех ученых, оно произвело огромное впечатление. Не было, наверное, физика, который не построил бы у себя вольтов столб, и не потому даже, что желал убедиться в действительности этого открытия, но

просто — как можно было не иметь у себя такого замечательного источника электричества.

Впрочем, поначалу открытие Вольты, конечно же, проверяли — нет ли ошибки здесь, действительно ли все так потрясающе просто, как пишет этот удивительный итальянец, только в пятьдесят пять лет раскрывший в полной мере свой талант. Это не значит, что ему не доверяли, но в науке совершенно необходима воспроизводимость результата. Не может быть в природе такого явления, которое удается получить только одному человеку — самому автору; оно должно быть доступно для повторения любому достаточно подготовленному ученому. Иначе какой же в нем смысл? Наука не поприще фокусников, не арена цирка, где маги глотают шпаги на глазах у изумленных зрителей; ее задача не удивлять, а делать человека могущественным.

Конечно, при первом знакомстве, каждое новое открытие — особенно достаточно простое, чтобы каждый мог подумать: господи, почему же я до этого не додумался? — вызывает удивление, изумление, даже недоверие.

В ноябре 1800 года Вольта докладывал о своем исследовании в Париже перед членами Французской академии, она называлась тогда Французским национальным институтом. Причем делал это дважды, на двух заседаниях, с интервалом в две недели, 7 и 21 ноября. Заслушав и обсудив, как пишут теперь в протоколах, сообщение Вольты, академия поручила специально созданной комиссии под председательством известного физика Био проверить правильность результатов. Комиссия работала почти год и повторила все, что было сообщено Вольтой. С помощью столба, сделанного по его чертежам, удалось воспроизвести все те явления, которые раньше получались с помощью электрических машин, но только в гораздо более сильной степени.

Обобщив результаты, комиссия высказала готовность доложить их перед всей академией. Был назначен день доклада — 1 декабря 1801 года. Было послано в Италию приглашение Вольте. Он вновь прибыл в Париж, нимало теперь уж не волнуясь, ибо был уверен в точности своей работы. Однако поволноваться ему все же пришлось, и основательно, потому что, приехав, он узнал, что на заседание академии пожелал прибыть сам консул Франции и что это он, Наполеон, и повелел вызвать ученого в Париж. Вероятно, Наполеон узнал о замечательном снаряде и захотел увидеть его действие, продемонстрированное лично автором. Поэтому Вольта вновь, в третий раз уж, докладывал свою работу, хотя приехал он, чтоб слушать других.

Существует картина, изображающая доклад Вольты перед Наполеоном. Вольта в парадном одеянии, при парике, ему

приходится наклоняться, потому что он высок ростом и строен, несмотря на возраст, а Наполеон, как известно, ростом мал и длинных не очень-то жалует. Он стоит по другую сторону стола, рука заложена за борт мундира, лицо надменное, и по нему не определишь, понимает он что-нибудь из того, что ему говорит Вольта, или нет. Члены комиссии в почтительных позах расположились вокруг, их черед еще не наступил. Наконец Вольта закончил, и слово получает Био. Он сообщает о результатах работы комиссии, которые полностью подтверждают выводы Вольты.

Графский герб и ордена, которыми награжден Вольта.

И здесь оказывается, что Наполеон вполне понял значение открытия Вольты. Не успел Био закончить свою речь, как Наполеон предложил присудить итальянскому ученому большую золотую медаль академии — как знак уважения Франции. Предложение шло вразрез с академическим уставом, но его поставили на голосование, и оно было принято единогласно. Вероятно, не потому даже, что высочайшие предложения не отвергают, — действительно Вольта поразил всех своим выдающимся открытием.

Кстати, Бонапарт оценил не только вклад Вольты, но и вообще значение этой новой области физики и, желая стимулировать ее развитие во Франции, на этом же заседании предложил учредить от имени академии две премии за лучшие работы по гальваническому электричеству: одну — большую, за капитальное открытие типа вольтовского, другую — малую, ежегодную. Правда, эта мера поощрения ничего не дала; по иронии судьбы в этой области физики французские ученые так ничего и не сделали.

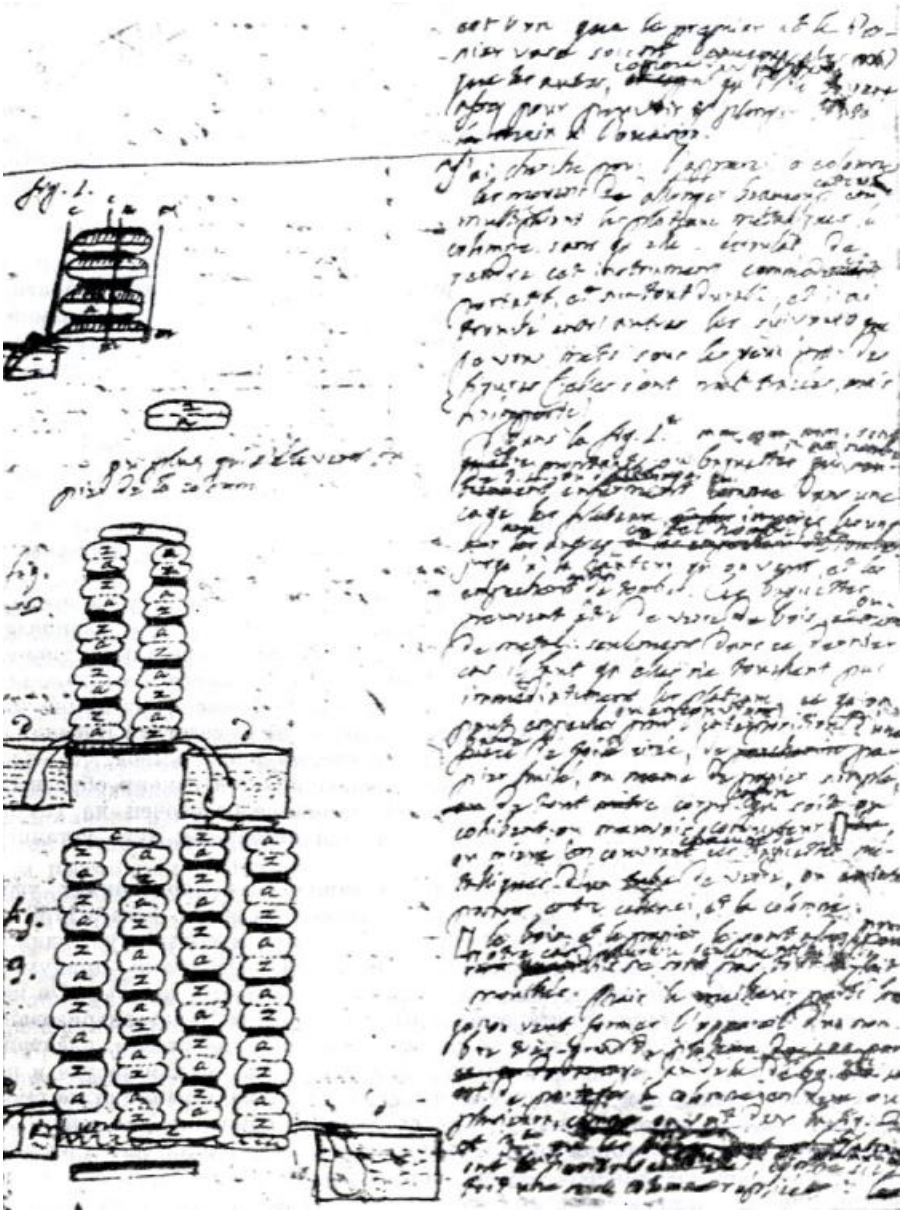
Интерес Наполеона к Вольте не остался эпизодом. Бонапарту, человеку самому выдающемуся, импонировал немолодой уже ученый с лицом, как писано в одной старинной книге,

«благородным и правильным, как у древней статуи, широким лбом, покрытым морщинами от глубоких размышлений, взором, выражающим и спокойствие душевное и ум проницательный». Наверное, докладывали Наполеону и о некоторых странностях Вольты, привыкшего к деревенской жизни. В Париже немало удивлялись, например, видя, как он ежедневно заходил к булочнику, покупал большой хлеб и медленно сжевывал его прямо на улице, поглощенный в раздумья и не обращая никакого внимания на прохожих. Но кто из великих людей не имел странностей? Это только подчеркивало их отрешенность от суеты мирской, их углубленность в собственные мысли, столь ценные для человечества.

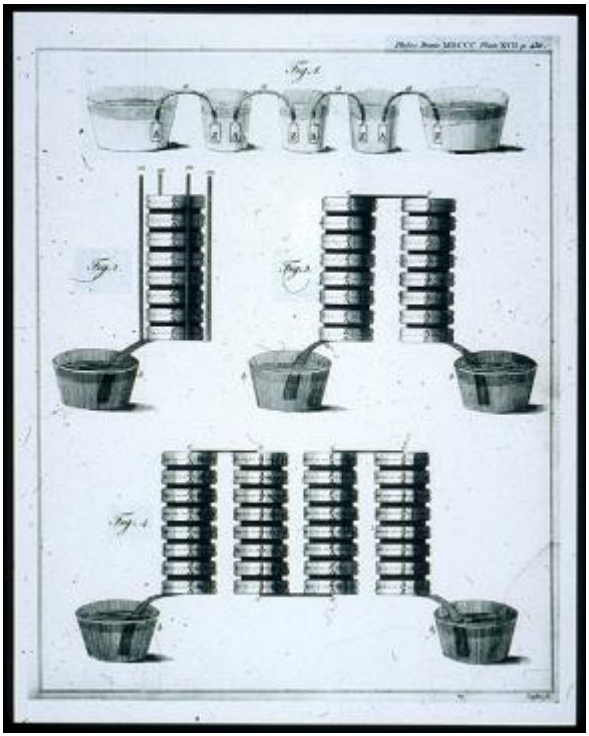
Наполеону показалось мало одной медали, он в тот же день послал Вольте две тысячи золотых и возмещение дорожных расходов. И далее высочайшие награды продолжали сыпаться, как из волшебного рога изобилия: крест только что учрежденного ордена Почетного легиона, крест железной короны, членство в Итальянской консульте, управляющей родиной ученого, титул графа, звание сенатора Королевства Ломбардского — кому еще из ученых выпадало столько почестей за одно только открытие?!

К чести Вольты надо сказать, светский успех не вскружил ему голову, он всегда был чужд суете славы, всем дворцам и гостиным предпочитал свой кабинет и старался не покидать его без надобности. И, даже приезжая в Лион на заседание консульты или в Милан на заседание сената, он думал только об одном — как бы поскорее уехать домой. И за все время ни разу не пожелал выступить — это Вольта, один из лучших лекторов Италии! Значит, не из боязни косноязычия, а от нежелания заниматься чем-нибудь, кроме науки.

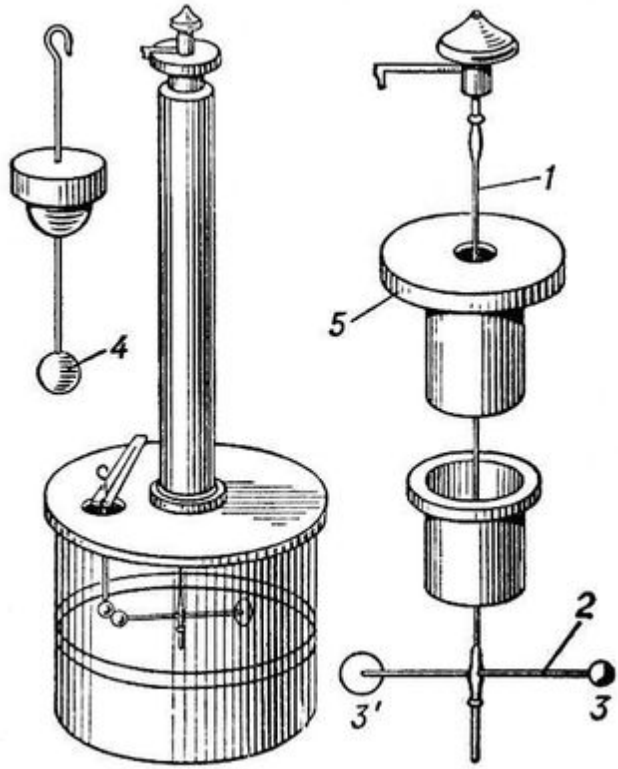
Здесь Вольта, пожалуй, впадал в крайность. Он вообще отказывался участвовать в политической жизни страны, ему было все равно, кто находится у власти: он снисходительно позволял украшать своим именем деятельность многих правительств, а их в Ломбардии сменилось немало; он даже не разрешал вести в своем присутствии какие-либо политические разговоры, решительно пресекал их всякий раз, но, как человек тактичный, делал это с помощью шуток и каламбуров.



Страница письма Вольта, адресованною Бэнксу, от 20 марта 1800 гола, в котором он сообщает об изобретении нового аппарата.



Виды «столбов», описанных Вольтом в письме к Бэнксу. Сверху — «цепочка чашек». Буквой A обозначены серебряные пластины, буквой Z — цинковые.



Крутильные весы.

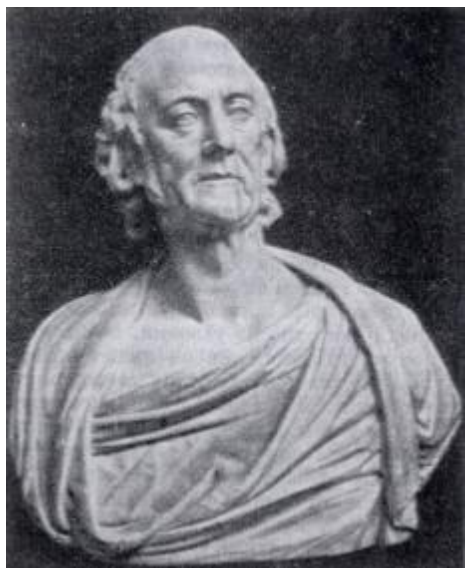
Но шутки шутками, а эта особенность Вольты стала известной, и не могу сказать, чтобы пленила его современников. Аполитичность вообще нельзя причислить к достоинствам человека, а если он известен, это качество делает его общественно ущербным. Потому что Вольта, если бы захотел, мог многое сделать для Италии, пользуясь своим влиянием у Наполеона.

Тот часто вспоминал итальянского физика; если он отсутствовал на каком-нибудь из приемов, Бонапарт немедленно спрашивал, не болен ли ученый. Когда в 1804 году Вольта решил было оставить преподавание в университете, Наполеон, узнав, решительно воспротивился. «Я не могу согласиться, — просил передать он в Италию, — на отставку Вольты; если его тяготят обязанности профессора, можно сократить их; если хочет, пусть читает одну лекцию в год; университет павийский будет поражен смертельно, когда из списка его членов исключится имя Вольты. Притом добрый генерал должен умереть на поле чести».

Генерал от физики внял просьбе императора и остался на кафедре. Но в 1819 году он все же покинул поле чести и — навсегда. Он оставил университет, оставил физику и удалился от

дел в свой родной Комо, чтобы уже никуда не выезжать, никого не принимать, ничего не обсуждать. Было ему тогда семьдесят четыре года.

Он прожил еще восемь лет, окруженный только членами семьи. Его интерес к жизни постепенно угасал, и даже упоминание о столбе не вызывало у него никаких эмоций. Может, он вспоминал в эти годы свою жизнь, спор с Гальвани, длившийся семь лет и так и не законченный. Вероятно, жалел, что Гальвани не дожил до его победы — столб он не смог бы не оценить. Возможно, думал о странностях судьбы, наталкивающей иногда на счастливые откровения, как тогда у Луиджи с его больной женой; ведь если б не та лягушка, наверное, и он, Вольта, не занялся бы металлами и не пришел бы к открытию столба. Кто знает теперь, о чем он передумал за эти восемь лет, что вспомнил, о чем жалел, — посетителей он не принимал, а с близкими о физике не поговорить. А кроме физики, разве было у него что в жизни?…



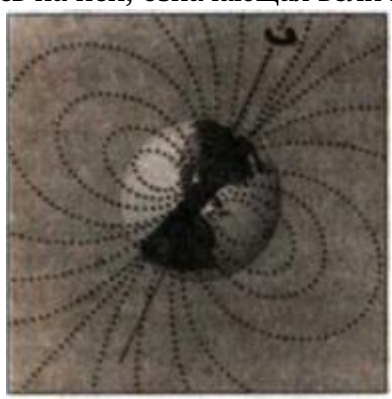
Алессандро Вольта.

5 марта 1827 года восьмидесятидвухлетний знаменитый физик скончался. Вся Италия скорбела о смерти ученого, принесшего ей такую славу. Хотя многие из его современников отдавали себе отчет в том, что как ученый Вольта умер гораздо раньше — двадцать пять лет назад. После изобретения столба он уже практически ничего не сделал. Об этом много писали его биографы. Их удивляло и огорчало, что из восьмидесяти двух лет жизни плодотворными были всего лет десять, с сорока шести до пятидесяти шести. Разумеется, они утешали себя и общественность тем, что это было великое десятилетие, что за

него Вольта сделал столько, сколько многие другие не сделали за всю жизнь. Но, конечно, было досадно, что такой мощный талант поздно начал и рано кончил. Как всегда в таких случаях, приводились разные гипотезы: одни полагали, что Вольта просто иссяк как ученый, истощил свой ум напряженной работой, другие считали, что он боялся уронить себя в глазах ученых, сделав что-нибудь менее значительное. Я не знаю, правы ли первые, но вторые не правы определенно. Если бы Вольта действительно так уж опасался за свой престиж, он не стал бы в 1817 году публиковать одну за другой две статьи — о граде и о периодичности гроз и сопровождающем их холоде.

Современники соорудили Вольте прекрасный памятник близ местечка Каленаго, родины его предков.

Но последователи, развившие его открытие, сделали ему памятник более значительный, хоть и меньшего размера. Маленькая батарейка, рождающая свет в фонаре, звук в приемнике, движение в моторе, — вот вечный памятник Вольте, так же как и надпись на ней, означающая величину напряжения.



Глава 6. Вильям Никольсон и Антони Карлайл. Открытие электролиза

Первоначальная форма электродов.

В предыдущей главе я говорил, что Джозеф Бэнкс, получив письмо Вольты, показал его до официального оглашения нескольким своим друзьям. Ну, вот отсюда все и начинается.

Снова Англия, родина закона всемирного тяготения. Первый год XIX столетия. Руке еще непривычно писать эти цифры — 1800. Но идут месяцы, все больше поводов для этого представляется ученым. Вот и 30 апреля 1800 года происходит случай, который был запечатлен для истории двумя английскими учеными, вызвавшими к жизни новое необычное явление.

Один из них — врач Антони Карлайл. Ему тридцать два года, он еще не очень известен, у него все еще впереди — вскоре он станет знаменитым хирургом. Его другу Вильяму Никольсону сорок семь лет, у него если не все уже позади, то многое: он был чиновником Ост-Индийской компании, разъездным комиссионером, директором училища, инженером; потом наконец поселился в Лондоне и стал издателем журнала, где печатались в числе прочих статьи по физике. Кроме издательской деятельности, Никольсон выступал еще и как писатель, и даже как физик. Это последнее его занятие интересует нас более

других, потому что в тот день, 30 апреля 1800 года, когда он встретился с Антони, чтобы попробовать соорудить одну «штуку», он чувствовал себя несомненно физиком. Ибо штука эта была не что иное, как столб Вольты, о котором Никольсон узнал от Карлайла, а тот, в свою очередь, от Бэнкса, — это первая версия; вторая: Никольсон узнал первым эту новость от Бэнкса и сообщил ее Карлайлу; и, наконец, есть третья версия, полученная простым сложением первых двух: Бэнкс показал письмо Вольты обоим друзьям одновременно. Я не шучу: передо мной три книги, три истории физики, и в каждой приведена своя собственная интерпретация. Не так уж существенно, правда, какая из них более приближается к истине, может, даже на самом деле все было и не так, важно, что два момента во всех трактовках совпадают, и их-то мы и можем, как общий член при всех трех неизвестных, вынести за скобки, а то, что останется, не будем пытаться решать и оставим на совести авторов.

Итак, что же было несомненно? То, что Бэнкс, понимая, что ему не удастся по каким-то неизвестным нам причинам донести до членов Королевского общества в ближайшее время сообщение Вольты, и оценив его важность, решает сделать это приватным образом и дает прочесть письмо нескольким своим знакомым. Среди них оказываются Никольсон и Карлайл (или Карлайл и Никольсон), и два друга, явно пораженные великим открытием итальянского физика и прельщенные простотой столба, решают немедленно построить его сами. На первый взгляд их жгучий интерес к столбу может показаться несколько странным: один не совсем физик, другой совсем не физик. Но надо учесть, что гальваническое электричество открывало новые горизонты не только в самой физике, но и в медицине, и естественно, что Антони как врач интересуется прибором, позволяющим иметь это самое электричество под рукой в любое время. Потом: в науке конца XVIII-начала XIX века не было такой уж четкой границы между областями естествознания; это не наши дни, где, кроме физики и химии, есть еще и физическая химия, и мало того — химическая физика. И, наконец, согласитесь, какой естествоиспытатель, чем бы он ни занимался, устоит перед искушением построить у себя дома современнейший прибор — величайшее достижение человеческого разума, когда нужна для этого всего лишь горсть серебряных монет, кусочки цинка, картона, проволока и вода. И еще — немного умения.

Поскольку весь этот набор у них был, они и решили попытать счастья. А то, что, судя по всему, последнего слагаемого было не так уж много, они сначала не знали, а когда узнали, то оказалось, что именно в этом-то и заключается их везение, потому что

благодаря их неумению и случилось все то, что случилось.

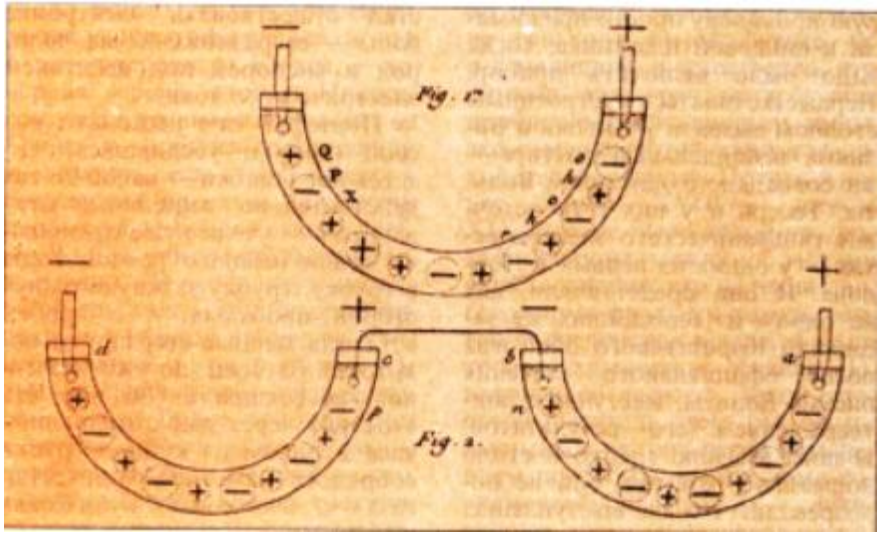
А случилось вот что. Поначалу все шло хорошо. Ученые взяли 17 серебряных монет достоинством в полукрону каждая, 17 цинковых кружков и 17 кружков картона, смоченных соленой водой, и сложили из этого, согласно рисунку Вольты, столб. К нижней, серебряной, монете припаяли одну проволоку, а к верхней, цинковой… а вот к ней не удалось. И поэтому вторую проволоку просто прижимали к цинковой пластинке, когда надо было включить прибор. Первые же опыты с построенным столбом вызвали у Антони и Вильяма неподдельный восторг — все совпадало с описанием Вольты. Теперь и у них есть источник гальванического электричества — у одних из первых в Лондоне. И они представляли, как на одном из ближайших же заседаний Королевского общества после официального зачтения письма Вольты, выступят с подтверждением его результатов. И пока все шло гладко и столб нормально работал, они не подозревали, что их выступление, кроме того, будет содержать еще собственное открытие. И когда прибор стал капризничать, они еще тоже ничего не знали. Они просто решили улучшить контакт между проволокой и цинком и накапали на верхнюю пластинку немного воды.

И тут они заметили странную вещь… Нет, впрочем, будем точны: заметил Карлайл. Никольсон сам признал это, описывая опыт в своем журнале в июньском номере за 1800 год: «В одном из таких опытов Карлайл заметил, что вокруг прикасавшейся к воде проволоки стал выделяться газ, который, как его ни мало было, показался мне имеющим запах, подобный водороду…»

Оставим на совести автора «запах, подобный водороду», — как известно, водород не имеет никакого запаха. Я уж не знаю, что Никольсон мог почувствовать тогда, но, в общем-то, хорошо, что он что-то почувствовал, пусть даже и то, что не существует. Потому что с этого момента стал существовать электролиз воды — ее разложение на водород и кислород под действием электрического тока.

Повторив еще несколько раз свой опыт и убедившись, что здесь нет ошибки — какой-то газ действительно выделялся каждый раз, — ученые уже специально взяли немного речной воды в трубку, трубку заткнули с двух сторон пробками, а в пробки вставили медные стержни от вольтовой батареи, но уже усиленной, состоящей из 36 пар. На этот раз через два с половиной часа в одном из концов трубки собралось заметное количество газа — несколько кубических сантиметров. Когда этот газ смешали с воздухом и подожгли смесь, она взорвалась. Так был обнаружен водород. На другом конце медный стержень

почернел — это кислород окислил медь.



Поляризация молекул воды по Гроттгусу. 1806 год.

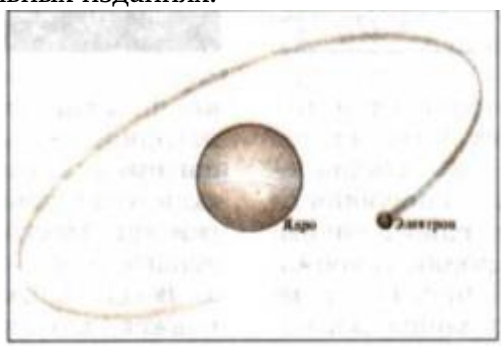
«Немало удивило нас, — пишет Никольсон, — что водород выделялся на одном конце, тогда как кислород — на другом, отстоявшем от первого почти на два дюйма». Не удивляйтесь этому удивлению — ученые, по существу, первый раз наблюдают разложение воды электрическим током. До этого было известно, что электрические заряды, полученные при трении, способны вызывать химические действия, но сколько длится разряд? Слишком мало, чтобы успеть заметить какую-нибудь реакцию и собрать ее конечный продукт. А вольтов столб был первым электрохимическим генератором, дающим ток длительное время, и вот отличие не замедлило сказаться. Через несколько дней после того, как в Англии стал известен этот замечательный снаряд, он помог сделать новое открытие, которое давно уже созрело и только ждало случая, чтобы заявить о себе.

Сообщение Никольсона и Карлайла произвело огромное впечатление. Тотчас же и другие исследователи начинают повторять этот нехитрый опыт и подмечают всё новые особенности. По-видимому, где-то в августе доходит новая весть и до Бристоля, а оттуда и до его пригорода Клифтона, местечка, которое стало известным в основном благодаря тому, что за десять лет до этого там был основан Пневматический институт, который в свою очередь остался известным только потому, что руководил им Хэмфри Дэви, один из крупнейших химиков XIX века, чье имя, как правило, связывают с открытием электролиза. Но прежде чем рассказать о нем, надо попрощаться с двумя его соотечественниками, впервые обнаружившими электролиз воды, обнаружившими — и прошедшими мимо.

Признаться, это редкий случай в истории науки, когда ученый, первым натолкнувшийся на какое-то новое явление, предоставляет другим возможность исследовать его подробно, а сам удаляется к иным делам. Однако именно таким образом и поступили Никольсон и Карлайл. Проделав для порядка несколько экспериментов, вдоволь наудивлявшись и поудивляв других, они оставили опыты по электролизу и разошлись. Карлайла ждала медицинская практика, Никольсона — его журнал. Я не хочу сказать ничего плохого об этих двух людях, но как не разглядели они, что держали в руках? Может быть, сказалось отсутствие должного образования? Или занятия медициной и издательством давали более высокий и стабильный доход, нежели наука? Быть может. Но, вероятно, правильный ответ заключается в том, что каждый старается в жизни делать то, что он может сделать лучше. Карлайл стал знаменитым врачом, Никольсон издавал журнал, в котором печатались многие ученые того времени. А электролиз — ну что электролиз? — он требовал времени, терпения и специальных знаний. И даже если бы они пожертвовали каким-то временем и даже если бы решили приобрести недостающие знания, а это тоже вопрос времени, то еще неизвестно, рассудили они, вероятно, чем все это кончится, принесет ли эта жертва что-нибудь им и науке. Ведь другие не будут ждать, пока они подучатся немного.

И, кстати, в этом пункте они оказались совершенно правы: никто не ждал даже недели, работы по открытому ими электролизу развернулись сразу же в нескольких лабораториях.

А за свою слепоту Никольсон и Карлайл были достаточно наказаны историей. Она, правда, оставила их имена среди имен исследователей электролиза, но — мелким шрифтом, да и то лишь в специальных изданиях.



Глава 7 Рождение электрохимии. Открытие вольтовой дуги и щелочных металлов

Хэмфри Дэви *1778–1829*

Хэмфри Дэви родился в тот год, когда Вольта получил кафедру физики в Павии, — в 1778 году. Его способности проявились очень рано — в два года он уже хорошо говорил, а в пять читал и писал — и не изменяли ему до конца жизни. Всеми своими знаниями Хэмфри обязан только себе самому. Поступив в семнадцать лет в обучение к аптекарю, он составил программу своего самообразования, которой может позавидовать иное высшее учебное заведение. Вот некоторые из пунктов этой программы: ботаника, фармакология, анатомия, хирургия, химия, (заметьте, химия, которой он в дальнейшем посвятит свою жизнь, пока скромно стоит в середине списка), география, логика, физика, механика, риторика, история, математика; и языки —

английский, французский, латинский, греческий, итальянский, еврейский. Настроен Хэмфри очень решительно.

В одной из ранних записных книжек, которые он вел для самого себя и которые были опубликованы после смерти братом, он записал: «Я не могу сослаться для своей характеристики ни на богатство, ни на власть, ни на знатное происхождение; и, однако же, если я останусь в живых, то надеюсь быть не менее полезным для человечества и для моих друзей, чем в том случае, если бы я был наделен всеми этими преимуществами». И надо сказать, Дэви прекрасно удалось доказать, что для пользы человечества вовсе не обязательно иметь «все эти преимущества».

Когда подошла очередь химии, Дэви соорудил себе в доме аптекаря небольшую лабораторию, оснастив ее самыми простыми и дешевыми приборами. Однако и на них ему удалось сделать многое, позволившее лучше понять природу изучаемых явлений. Через четыре месяца он создает свою собственную гипотезу о природе света и тепла. Ему удается познакомить с ней доктора Томаса Беддо из Бристоля. Сей ученый муж не сделал никакого особого вклада в науку, но он читал курс химии в Оксфордском университете, переводил на английский химические книги, выпущенные в других странах, занимался библиографией, и эти занятия, весьма уважаемые и нужные, создали ему имя у современников. Потомки же вспоминают о нем главным образом в связи с тем, что именно ему пришла в голову счастливая, хотя, на первый взгляд, нелепая мысль пригласить молодого, даже юного и никому не ведомого и ничего еще особого не сделавшего в науке Хэмфри Дэви на должность заведующего новым Пневматическим институтом.

Создан институт был также по инициативе доктора Беддо. В середине XVIII века были открыты многие газы, и ученые, медики в первую очередь, заинтересовались необычными свойствами, рассчитывая найти среди них какие-то, действующие лечебным образом на организм человека. Эту идею вынашивал и лелеял Томас Беддо, ибо был он не только химик, но и доктор медицины. Беддо выбрал наиболее разумный путь: чем разным ученым заниматься самостоятельно кустарными исследованиями, лучше создать специализированный институт, где и сосредоточить усилия всех, кому интересна данная тема. Как всякая частная инициатива, эта идея потребовала также и частных пожертвований. Беддо оказался человеком энергичным и сумел найти лиц, достаточно богатых, чтобы иметь возможность дать какую-то сумму денег, и достаточно просвещенных, чтобы иметь на это охоту. Среди главных жертвователей был даже Джеймс Уатт, знаменитый изобретатель паровой машины. Правда, он,

помимо научных и общегуманных интересов, имел и личный интерес к этому начинанию: его сын Грегори был болен туберкулезом и Уатт надеялся, что спасение можно найти среди новых газов.

Вот так и был образован Пневматический институт в пригороде Бристоля — Клифтоне, куда 2 октября 1789 года выехал новый молодой директор. Этой поездке, правда, предшествовали некоторые колебания и оживленная переписка. Колебались не столько учредители института — их Беддо довольно быстро уговорил, — сколько сам Хэмфри. Он имел неосторожность — а может быть, осторожность — написать Беддо в ответ на его любезное приглашение, что примет оное, если ему будет положено «подобающее содержание». Причем повторил это несколько раз. Я не сказал бы, что такой меркантильный подход к науке способен украсить юного химика. Наверное, это понял и сам Дэви, потому что, объяснившись уже лично на сей счет, он больше не поднимает щекотливый вопрос, хотя, судя по письмам, его жалованье не было значительным. Поскольку он имел осторожность, а может быть, неосторожность — не уточнять своих требований, фраза «подобающее содержание» толковалось достаточно широко и позволяла Дэви в любой момент отступить, не нарушая границы приличия.

Приступив к работе в Пневматическом институте, Дэви уже имел перед собой программу действий. Она вытекала из тех целей, ради которых институт и был создан. Первый пункт ее гласил: испытание физиологического действия различных газов. Такого рода работы и поныне ведутся в научных учреждениях, однако никто их сейчас не делает так, как делал Дэви. Он решил испытывать действие всех газов на самом себе. Нетрудно представить, к чему бы это могло привести. Но Хэмфри повезло — он начал с закиси азота, а уж только потом, через несколько месяцев, научивших его осторожности, дошел до метана. Начни он в обратном порядке, боюсь, не пришлось бы мне теперь рассказывать о его дальнейшей жизни. Выбор закиси азота как исходной точки был удачен вдвойне. Помимо личной безопасности, Дэви обрел таким образом и личную известность, причем весьма значительную. Так нередко бывало в истории науки: не бог весть какое важное открытие — с научной точки зрения — становилось шумной сенсацией, приносящей автору гораздо больше известности и славы, чем оно того стоило. Так было, кстати, с первыми опытами Гальвани, так случилось и с открытием Дэви. И вновь помог в этом случай.

То, что Дэви начал с закиси азота не было случайным — еще в годы своего ученичества он пытался экспериментировать с этим

газом, но в то время он не располагал достаточным его количеством. То, что он начал испытывать газ на самом себе, тоже не случайно, ибо это правило ввел в институте сам Дэви. Случайным оказалось лишь то обстоятельство, что во время опыта у Хэмфри разболелся зуб.

Правда, во время первых опытов с газом зуб о себе знать не давал. Поэтому запись Дэви, относящаяся к этому времени, хоть и красочна и интересна, но значения большого не имеет. Дэви на себе установил, что, вдохнув закись азота, человек становится веселым, беспричинно смеется, находится в радужном возбуждении. Отсюда и пошло название закиси азота, сохранившееся до сих пор: веселящий газ. Действительно же важный вывод был сделан Дэви в другой день, когда у него разболелся прорезающийся зуб мудрости. Несмотря на боль, Хэмфри решил продолжить опыты с веселящим газом. И как странно, стоило ему вдохнуть газ, боль прошла. Через некоторое время, когда действие газа кончилось, зуб снова заболел. Дэви опять подышал газом — и опять боль исчезла.

Тогда и была впервые сделана в дневнике запись об анестезирующем действии веселящего газа: «Так как закись азота убивает боль, то она может быть с успехом использована при хирургических операциях с небольшим пролитием крови». Так написал Дэви, продемонстрировав свою немалую дальновидность. Однако, несмотря на открытие, которое должно было бы вдохновить всех врачей, закись азота для анестезии была применена лишь через сорок четыре года, да и то не в Англии, а в Америке. Дантист Гораций Уэлз решился наконец использовать ее при удалении зубов. Но потом закиси азота вновь не повезло: ее вытеснили из хирургии хлороформ и эфир, обладающее более сильным наркотическим действием. И только в последние годы веселящий газ вновь появился в больницах.

Тем не менее открытие Дэви вызвало шумный интерес. Но не научный, а светский. Дэви наперебой приглашали в знатные дома, слава о молодом ученом перешагнула Ла-Манш и распространилась по Европе. Еще бы, он открыл «элексир жизни» — так окрестили закись азота некоторые невежественные люди, увидевшие в ней способ быстро исправить плохое настроение, вырваться из круга мрачных мыслей и тяжелых забот. Работать Дэви уже не давали; каждый день ему приходилось устраивать сеансы для влиятельных лиц, желавших, не вставая с кресла, посетить несуществующую страну грез и веселья. И все же за десять месяцев Хэмфри удалось собрать и обобщить материал по физиологическому действию закиси азота. Еще три месяца, и на стол издателя легла книга «Закись азота». Это было в 1800 году, в

том самом году, начало которого ознаменовалось письмом Вольты Джозефу Бэнксу.

А дальше — дальше легко можно представить себе цепь событий. Бэнкс читает письмо Никольсону и Карлайлу; те сооружают батарею и обнаруживают разложение воды; их статья появляется в журнале Никольсона в июле; журнал этот читает регулярно Дэви, поскольку сам в нем печатается, и он, естественно, на время бросает все и начинает опыты с вольтовым столбом.

Темп исследований поистине невероятный: с сентября по декабрь Дэви печатает в журнале четыре статьи по гальванизму — по одной в месяц. В этих статьях он идет значительно дальше случайных наблюдений: он, по существу, закладывает основы новой науки — электрохимии.

Названия статей вполне невинны, по ним нельзя сказать, прибавил ли что-нибудь новое английский химик к работам итальянского физика. Лишь одна работа, датированная ноябрем, уже самим заглавием намекает на вклад молодого Дэви. Она называется «Заметки о некоторых наблюдениях над причинами гальванического феномена и о методах увеличения мощности вольтова столба». Поначалу Дэви как бы примеряется к открытию Вольты, затем он начинает примеряться к открытию Карлайла и Никольсона. Он ведь химик, его интересует химия, а не физика. А в электролизе воды, как и вообще в самом факте возникновения электрического тока в элементе, он угадывает процесс химический. Весь мир говорит о физической природе вольтова электричества, а Дэви заявляет, что ток рождается при окислении металлов и, следовательно, это явление целиком химическое. Далее ученый предпринимает экспериментальную разведку. Она приносит свои плоды, пока, правда, скромные: Дэви устанавливает, что, если цинковые пластины смочить чистой водой, столб работать не будет, как не будет он работать и в атмосфере водорода или азота, и, напротив, столб усиливает свое действие при погружении в кислород. Установив эти факты, пока еще не обобщая их, Дэви принимается за сообщение своих нерадивых соотечественников, поймавших было перо жар-птицы, но так и не уразумевших, что держали в руках.

Нет смысла подробно описывать содержание всех его работ того периода; наиболее важная, пожалуй, ноябрьская, в которой Дэви удалось найти путь увеличения мощности вольтова столба. Было бы неверным утверждать, что произошло это случайно; когда человек методично, шаг за шагом, продвигается вперед по неизведанной территории, пусть даже ощупью и пусть даже его действия носят иногда интуитивный характер, это все же поиск.

Поначалу Дэви не искал чего-либо определенного, он просто внимательно знакомился со столбом Вольты, с необычными свойствами прибора, описанными самим изобретателем, подмечал новые. В один из дней, размышляя над тем, какую роль играет в столбе вода, смачивающая прокладки, он подумал: а что будет, если воду заменить кислотой?

Этот вопрос не столь наивен, с него — с «а что будет, если…» — начинается почти любой новый научный эксперимент. В этой бесхитростной фразе сконцентрирована вековая мудрость научного исследования, когда человек оказывается перед лицом неизвестности. И вместе с тем этот вопрос, конечно же, наивен. Потому что эта формула не только ученого, но и ребенка, впервые открывающего для себя мир. В этом смысле каждый из нас в детстве исследователь, но и каждый исследователь должен обладать детской непосредственностью в восприятии нового, способностью удивляться, а не только удивлять других. Еще великий Эйнштейн говорил, что такая способность — профессиональное качество ученого. Поэтому Дэви и удивился, обнаружив, что кислота действует ничуть не хуже воды. Тогда он стал уже умышленно пробовать разные кислоты. И заметил, что, когда кружочки смочены азотной кислотой, столб производит удар наибольшей силы. И тогда Дэви сделал первый шаг в направлении к современным аккумуляторам: он уменьшил число металлических пластин в столбе и получил при меньшем весе и размере батареи большую мощность.

Вероятно, в этот момент Дэви почувствовал, что находится на верном пути, который должен привести его к новым, еще более удивительным и важным открытиям. Казалось бы, тут надо бросить все другие дела, оставить все прежние планы и заняться только одним гальваническим электричеством. Но судьба Дэви сложилась так, что ему пришлось на несколько лет прервать начатое дело. Вернее, он сам выбрал свою судьбу. В конце концов, получив в декабре письмо от графа Румфорда с предложением покинуть Клифтон и переселиться в Лондон, он мог бы и отказаться, во всяком случае теперь, когда работа шла полным ходом, — от добра добра не ищут. Но уж слишком заманчиво предложение: и новая, более высокая должность, и более высокий оклад, и столица, и казенная квартира, и даже повар, — словом все, что полагается сотруднику вновь созданного Королевского института.

Не правда ли, может показаться совпадением: второй раз Хэмфри приглашают во вновь создаваемый институт. Но дело совсем в ином: в то время в Англии было не так уж много хороших химиков, а Дэви был хороший химик. И, кроме того, у

него оказалось еще одно достоинство, высоко ценимое в том учреждении, куда его приглашали работать: талант лектора.

Королевский институт был создан 7 марта 1799 года. Инициатором его создания выступил граф Румфорд, который еще за двадцать три года до этого звался Бенджамином Томпсоном и имел американское подданство. Но в 1776 году он переехал в Англию, через три года был избран в члены Королевского общества, получил дворянский титул, а позднее и титул графа Священной Римской империи. А по существующей до сих пор в Англии традиции, человек, произведенный в графы или лорды, может выбрать себе новое имя.

Вильям Томсон, лорд Кельвин в конце жизни.

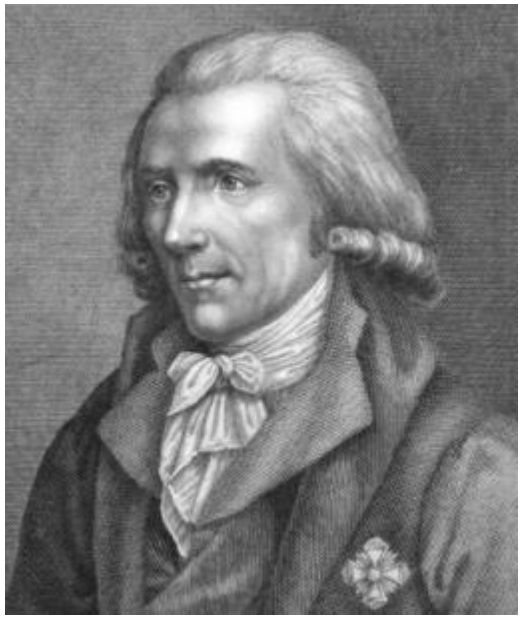
Нередко оно оказывается связанным каким-нибудь образом с тем географическим местом, где проживал или проживает избранник. Лорд Кельвин, например, взял себе имя по названию речки Кельвин, протекающей около Глазго, где он, будучи

Вильямом Томсоном, жил и работал. А Бенджамин Томпсон выбрал себе имя в честь города Румфорда.

Так вот, получив титул дворянина, графа, члена Королевского общества (по-нашему академика) и еще и звание полковника и таким образом сделавшись влиятельной фигурой, он выступил в 1798 году с предложением: «создать по подписке в столице Британской империи общественный институт для распространения знаний, облегчения повсеместного внедрения полезных механических изобретений и усовершенствований, а также для обучения приложению науки к решению повседневных жизненных проблем». Идея, как видите, неплохая, но, к сожалению, большинство из первоначальных благих намерений так и остались невыполненными, особенно те, которые касались улучшения положения бедняков. В конечном счете, поначалу во всяком случае, именно это и имел в виду Румфорд, поскольку работал он в то время в «Обществе улучшения жизненных условий и повышения благосостояния бедных». Вероятно, это же имел в виду король Англии, когда дал согласие войти в число основателей нового института. По британской традиции, участие короля в любой организации давало ей право называться королевской, поэтому и новый институт был назван Королевским институтом Великобритании.

На организационном собрании председательствовал уже знакомый нам сэр Джозеф Бэнкс; он же был избран президентом института, а граф Румфорд — секретарем. Новому научному учреждению отвели хорошее здание, оборудовали его специальными лабораториями, прекрасным читальным залом, квартирами для сотрудников. Словом, дело поставили на широкую ногу.

Правда, когда через сто пятьдесят лет преемника Румфорда, генерального секретаря института Мартина, спросили, что дал науке институт, он ответил лаконично: «Институт — это то место, где жил и работал Фарадей».



Бенджамин Томпсон Румфорд 1753–1814

Пришел Дэви в Королевский институт в качестве ассистента профессора химии Гарнетта. Однако после первой же публичной лекции молодого сотрудника, на которую пожаловали и Бэнкс, и Румфорд, стало ясно, что Дэви недолго ходить в ассистентах. Граф Румфорд, покидая зал, сказал: «Чего бы он ни потребовал, институт ему даст». А епископ, посетивший эту лекцию, тут же предложил Дэви любое духовное звание.

Все современники единодушно отмечают небывалый успех лекций Хэмфри. Его манера говорить, необычная для ученого, свойственная скорее адвокату или оратору, приводила публику в такой восторг, что на лекции стало трудно попасть. О молодом химике заговорили уже не только ученые, но и «весь Лондон» — город, который трудно чем-нибудь удивить. В чрезвычайно короткий срок Хэмфри покорил лондонское общество, как недавно бристольское. Этому в какой-то мере способствовала еще и его внешность — Дэви считали одним из самых красивых мужчин британской столицы.

Словом, вся суета, связанная с переездом, устройством, новыми знакомствами, новыми обязанностями, отвлекла Дэви на некоторое время от науки. Хотя он по должности стал не только лектором-ассистентом, но и директором лаборатории, основное время занимала у него подготовка к лекциям. Для него это было дело новое, раньше ему не приходилось выступать публично, а кроме того, он очень скоро понял, что дар лектора принесет ему не только успех в обществе и славу, но и заветное звание профессора химии.

Дело в том, что его шеф, профессор Гарнетт, совершенно не умел читать популярные лекции и бубнил нечто нечленораздельное перед слушателями, которые и так едва-едва разбирались в азах химии. Поэтому руководство института уже через два года вынудило Гарнетта подать в отставку. И, естественно, его место было предложено Дэви. 31 мая 1802 года Хэмфри стал профессором. А было ему тогда всего двадцать три года.

Сохранился текст вводной лекции Дэви, посвященной роли химии в современном ему обществе. Читая ее, просто не веришь, что писана она почти двести лет назад. Кажется, будто читаешь стенограмму популярной лекции, только что прочитанной в обществе «Знание». Вот лишь некоторые отрывки: «Прекрасная химия — мать наук — должна стать рычагом цивилизации. Огонь, вода, дождь, град и снег, превращение неживой материи в живое существо — все эти примеры относятся к области химических явлений…

Минералогия была простой коллекцией плохо подобранных терминов, пока введение химического анализа не создало основы классификации минералов, покоящейся на их химическом составе…

Ботаника и зоология пронизаны химией, ибо от химических процессов зависят питание и рост существ, разнообразное изменение их формы, постоянное возникновение новых существ и, наконец, их смерть и разложение…

Медицина и психология тоже обязаны химии большинством своих методов. Химией является искусство приготовления лекарств, и незнание научных фармакологических процессов не раз имело тяжелые последствия…

Но ценность химии не исчерпывается ее дополнением для других наук. Ее можно применить в большинстве обиходных процессов…

Тесно связано с химией и сельское хозяйство. Растительные продукты в большом количестве и лучшего качества можно получить только применением в земледелии методов, основанных на научных принципах…

Люди добывают и обрабатывают металлы, люди изготовляют кожи, приготовляют стекло, фарфор, производят десятки тысяч самых различных вещей, и везде химическая технология является научной основой производства предметов, составляющих материальную базу нашего общества».

Каково? Какую надо иметь гениальную интуицию, чтобы предвосхитить будущие победы химии; ведь, скажем, о механизмах превращения неживой материи в живую тогда не

имели ни малейшего представления; это только в самые последние годы стало известно, что свойства живых организмов определяются химической структурой молекул белков и нуклеиновых кислот.

А стиль? Может быть, приведенные отрывки не самые удачные в этом смысле, я выбирал их по научной ценности, но в лекции есть места, сделавшие бы честь современному публицисту. Недаром английский поэт Кольридж признался: «Я посещал лекции Дэви не только для пополнения своего научного багажа; в аудитории Королевского института я обогащал свой запас слов и метафор».

А вот еще одно свидетельство современника, относящееся к значению лекций не для слушателей, а для самого лектора: «Комплименты, приглашения и подарки дождем посыпались на него со всех сторон; всякий искал его общества и гордился знакомством с ним».

Такой успех способен вскружить голову любому человеку, особенно если ему всего двадцать три года. Не устоял, конечно, и Дэви. Он превратился поначалу в лондонского денди, в свободное от светских развлечений время занимавшегося наукой. И где уж тут вспомнить об электролизе, — он едва успевал готовиться к лекциям. То был критический момент в его жизни. Еще немного, и с серьезной наукой было бы покончено, он стал бы модным лектором, и только. Но надо отдать должное Дэви — у него хватило силы воли противостоять искушению, призвание исследователя оказалось сильнее. Уже через год, насытившись успехом, дифирамбами, стихотворными посвящениями, он записал в своем дневнике: «Действительное и живое существование я веду только среди предметов моей научной работы. Обычные развлечения и удовольствия нужны мне только в качестве перерывов в потоке моих мыслей».

Казалось бы, теперь уж, когда Дэви снова стал ежедневно бывать в лаборатории, он непременно должен был вернуться к электролизу. Но этого опять не случилось. Молодой профессор не во всем был волен поступать как захочет: ему платили жалованье и ему заказывали исследования. В течение двух-трех лет он вынужден был заниматься вопросами сельского хозяйства, минералогии, дубления кож. И не без успеха. Ему даже присудили высшую научную награду за работу в области минералогии.

В эти же годы его избрали в Королевское общество. Он стал академиком. Получив право писать перед своим именем три магические буквы, мечту каждого английского ученого, — F.R.S. — член Королевского общества, Дэви получил и большую

свободу действий. И только тогда наконец смог вернуться к тому, на чем остановился в Клифтоне.

Но только теперь уже с большим размахом — в соответствии с новыми возможностями.

Он не забыл того, что оставил пять лет назад. Судя по обширной программе исследований, которую он составил, и темпераменту, с каким принялся ее осуществлять, к старым, уже известным ему фактам успели прибавиться новые гипотезы. Ведь пока Хэмфри переезжал в Лондон, свыкался с новым положением, потом упивался достигнутым успехом, другие исследователи не сидели сложа руки — в европейских странах одна за другой появлялись работы, посвященные электролизу. Кто только не приложил свою руку — в буквальном смысле — к электродам вольтова столба! В Париже — Николас Готтро, преподаватель музыки; в Мюнхене — Иоганн Риттер, двадцатишестилетний талантливый фармацевт и химик, человек с безудержной фантазией, заблуждавшийся чаще, чем следовало бы ученому; в Риме — Христиан Гротгус, двадцатилетний уроженец Литвы; в Санкт-Петербурге — профессор Военно-медицинской академии Василий Петров; в Стокгольме — Иене Берцелиус, профессор медицины и фармацеи. И, конечно же, их успехи, их новые идеи подстегивали Дэви, торопили его вернуться к своим наблюдениям, ему было что сказать по этому поводу, и он далеко не во всем был согласен со своими коллегами. Он злился на себя теперь: ведь он раньше других начал эту тему; по существу, он принял ее из рук Никольсона и Карлайла, да вот поди ж ты — тут этот переезд, эта новая жизнь.

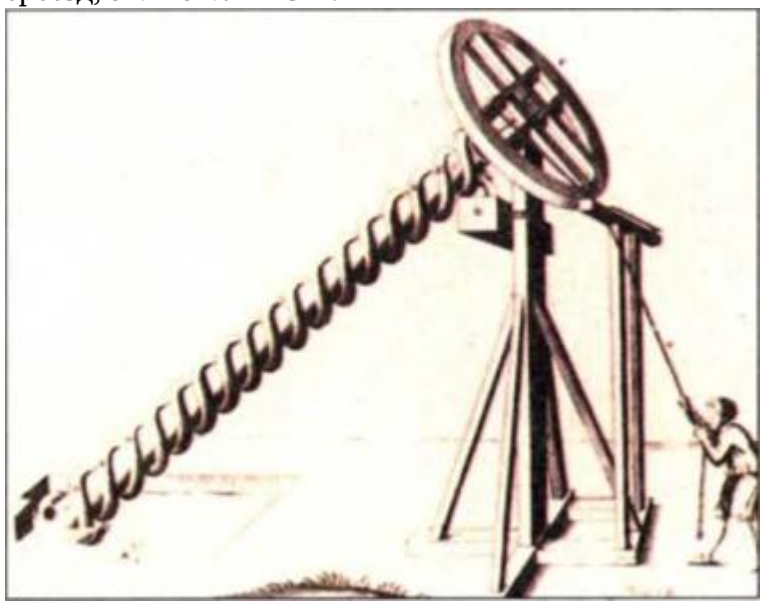


Рис. I. Архимед, по преданию, изобрел первый винт для подъема волы, чтобы способствовать орошению земель в Египте. Архимедов винт состоит из клина, который при вращении создает давление, направленное в одну сторону.

На рисунке винт поднимает воду из водоема, расположенного слева. Потянув за веревку, человек приводит во вращение трубу, навитую на вал, и тогда через нее перегоняется вода, которая выливается в емкость (вверху справа).

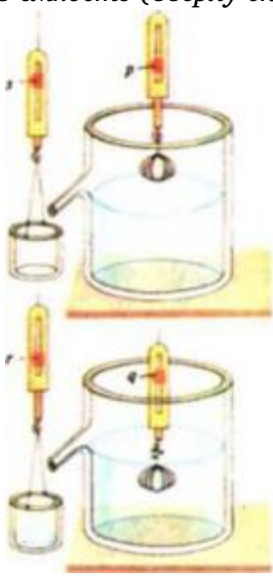


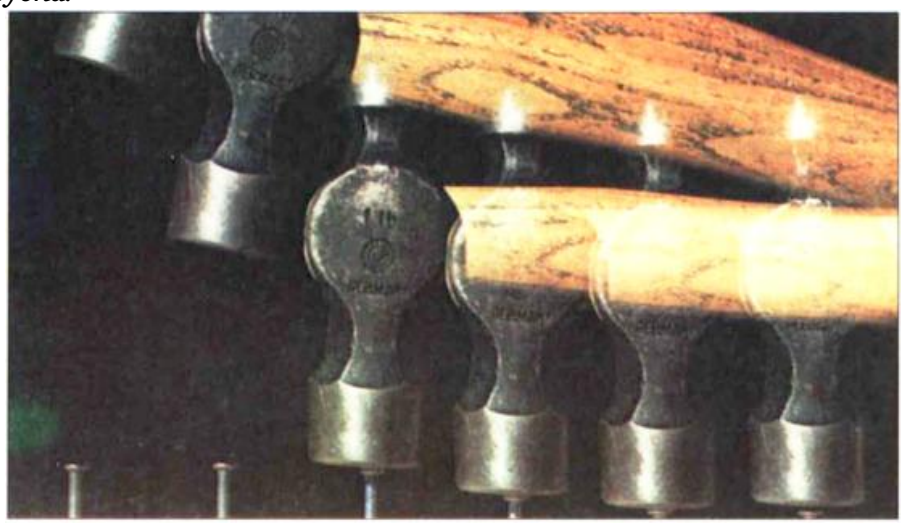
Рис. 2–3 Закон Архимеда гласит, что на тело, погруженное в жидкость, действует выталкивающая сила, равная весу вытесненной им жидкости.

Тело круглой формы, подвешенное на пружине, в воздухе имеет вес p, а будучи погруженным в жидкость — меньший вес q. Разность этих весов и дает величину выталкивающей силы, действующей на тело в жидкости. Она равна весу вылившейся из мензурки воды (r — s = p — q).

Закон Архимеда лежит в основе действия гидрометра (Б), используемого для контроля плотности кислоты в автомобильных аккумуляторах. Трубку прибора погружают в кислоту батареи, а грушу сжимают, чтобы удалить из нее воздух. Затем грушу отпускают, и кислота всасывается в основной канал трубки. Тогда гидрометр погружается в воду на глубину, зависящую от плотности кислоты.

Рис. 4. Огромные количества сырой нефти перевозятся в танкерах. Согласно закону Архимеда, танкер плавает, поскольку вес морской воды, вытесненной им, больше веса груза, ибо нефть обладает меньшей плотностью, чем вода. В более теплую воду танкер погружается несколько глубже.

На обратном пути в танкер загружают балласт, что помогает поддержать постоянным объем погруженной части судна.



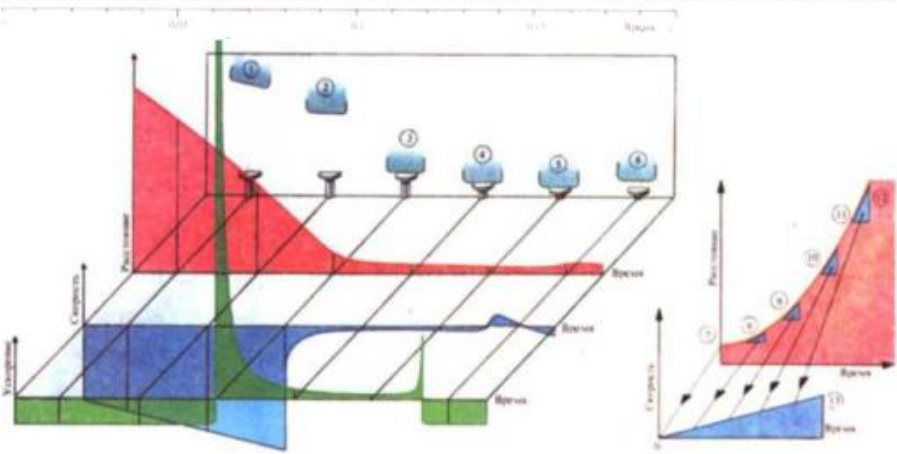
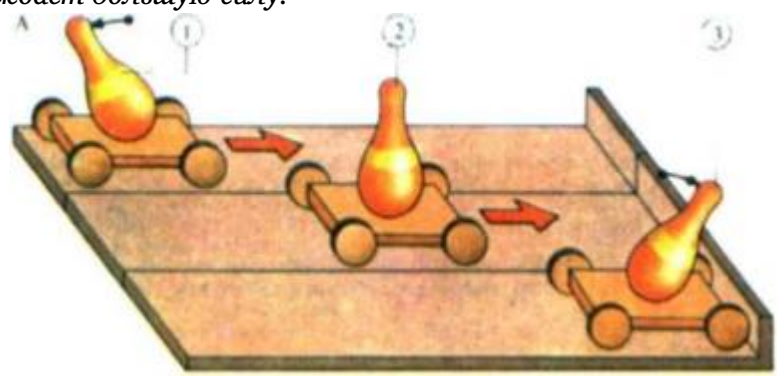


Рис. 5–7. Падающий молоток (А) снят в шести положениях с интервалом 0,03 с, и по фотографиям построен график движения молотка (Б). Крутизна кривой изменяется от точки к точке. Измерить ее можно, строя в каждой точке касательной прямоугольный треугольник с единичным вертикальным катетом и подсчитывая длину горизонтального катета (В). Крутизна кривой 12 в точках 7-11 составляет соответственно 0:2, I:2, 2:2, 3:2 и 4:2, или 0,5, I, 1,5 и 2. Изменение крутизны кривой 12 показывает кривая 13. Кривизна кривой движения (Б) за первую экспозицию определяется падением по вертикали на 2,8 см за 0,02 с; скорость молотка 2,8: 0.02 = 140 $^{см}/_{с}$. Аналогичные измерения крутизны позволяют определить скорость в других точках и построить кривую изменения скорости, которая сначала убывает с расстоянием.

Ускорение — крутизна кривой изменения скорости — постоянно, пока молоток падает свободно. При экспозиции 3 молоток ударяется о шляпку гвоздя со скоростью 200 $^{см}/_{с}$, и тут начинается самое интересное. За миллисекунду скорость молотка падает до 40 $^{см}/_{с}$. В результате ускорение подскакивает до величины, в 100 раз превышающей ускорение свободного паления. По закону Ньютона это означает, что на гвоздь действует сила, более чем в 100 раз превышающая вес молотка. На этом и основано действие молотка: резкое торможение его головки порождает большую силу.



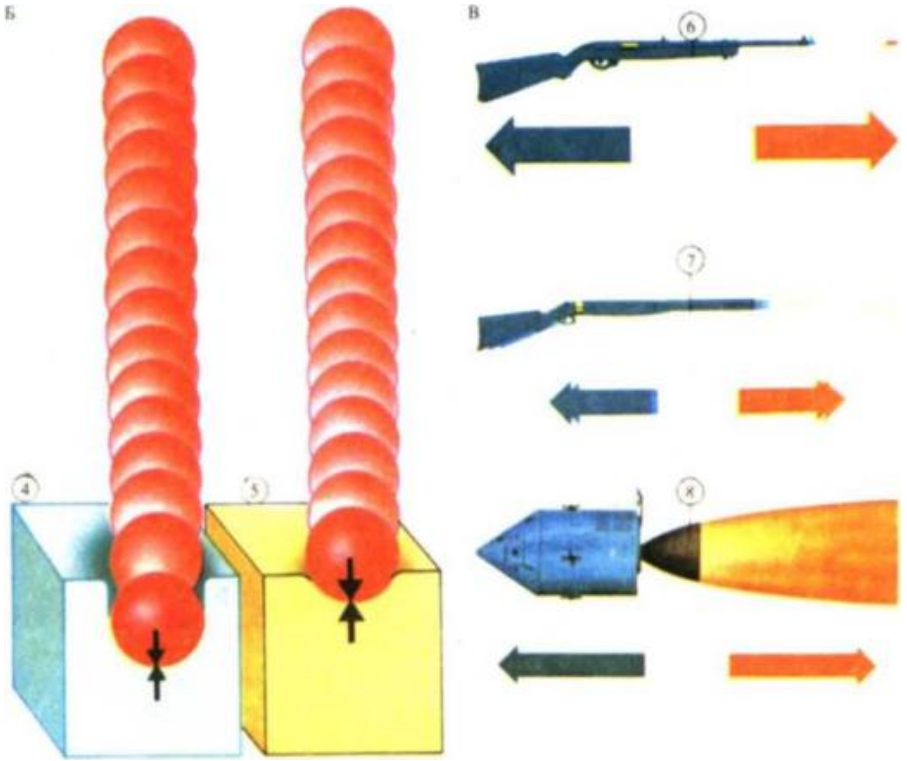


Рис. 8–9. Первый закон Ньютона связан с явлением инерции (А). Тело стремится сохранить состояние покоя, и поэтому, когда тележка сдвигается, отклоняется назад (1). При равномерном движении тележки тело остается неподвижным относительно нес, как если бы находилось в покое (2). При остановке оно, стремясь продолжить движение, наклоняется вперед (3).

Второй закон Ньютона гласит, что ускорение пропорционально вызывающей его силе (Б). Шар, упавший на мягкую поверхность (4), «входит» в нее глубже, чем в твердую (5), поскольку сила торможения в первом случае меньше.

Третий закон механики утверждает, что в изолированной системе каждой силе соответствует равная по величине и противоположная по направлению сила реакции (В). При стрельбе из ружья отдача невелика (6 и 7), тогда как скорость пули значительна. Ракета (8) выбрасывает струю газа, а сама движется в противоположном направлении.

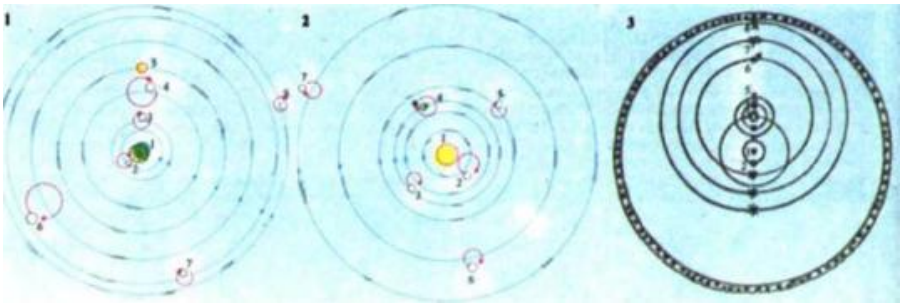


Рис. 10. 1. В системе Птолемея Земля (I) покоится в центре мира. Вокруг нее движутся Луна (2), Меркурий (3), Венера (4), Солнце (5), Марс (6), Юпитер (7) и Сатурн (8): каждое тело движется по малому эпициклу.

2. В системе Коперника Солнце (I) находится в центре Солнечной системы, вокруг него обращаются Меркурий (2), Венера (3), Земля (4), Марс (5), Юпитер (6) и Сатурн (7). Работа Коперника была опубликована в 1543 г. Его теория встретила решительное сопротивление со стороны церкви. Отметим, что Коперник сохранил и круговые орбиты и эпициклы.

3. Тихо Браге считал, что Земля (I) есть центр Солнечной системы, вокруг которого движутся Луна (2) и Солнце (3). Планеты — Меркурий (4), Венера (5). Марс (6), Юпитер (7) и Сатурн (8) — движутся вокруг Солнца вместе со звездами.

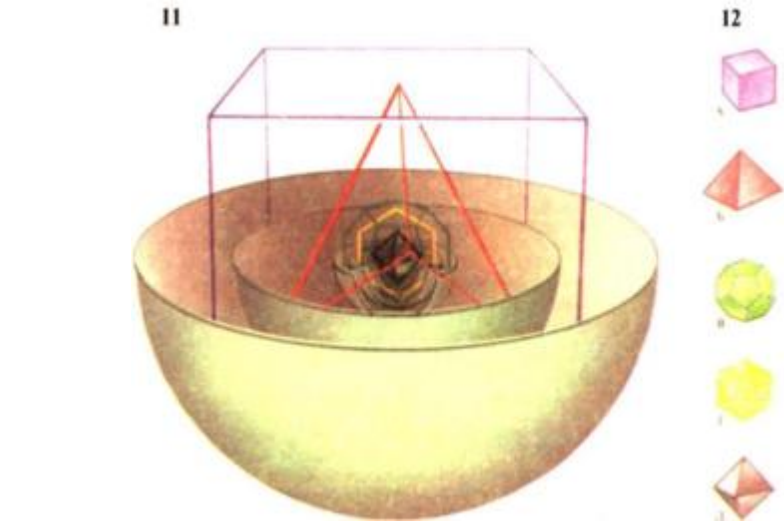


Рис. 11–12. Идея Кеплера о «пяти правильных геометрических фигурах» заключается в том, что пять правильных многогранников — куб (А), тетраэдр (Б), додекаэдр (В), икосаэдр (Г), октаэдр (Д), — можно последовательно поместить внутри сфер, точно соответствующих орбитам шести известных в то время планет: Меркурия. Венеры, Земли. Марса. Сатурна, Юпитера. Это была блестящая работа, основанная на

наблюдениях Тихо Браге, которая подтверждала, что Солнце, а не Земля находится в центре Солнечной системы.

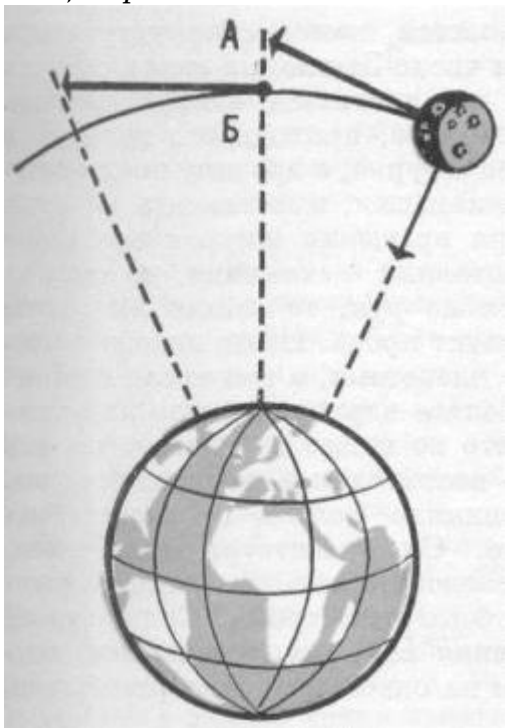


*Рис. 13. Согласно Ньютону, если бы не было Земли, то Луна двигалась бы в **А**, но в действительности из-за притяжения Земли она движется **Б**. Луна как бы непрерывно падает на Землю, хотя и не приближается к ней. Тело находится в состоянии покоя или равномерного прямолинейного движения, пока на него не действует внешняя сила. Этот закон был сформулирован Ньютоном в «Математических началах натуральной философии.*

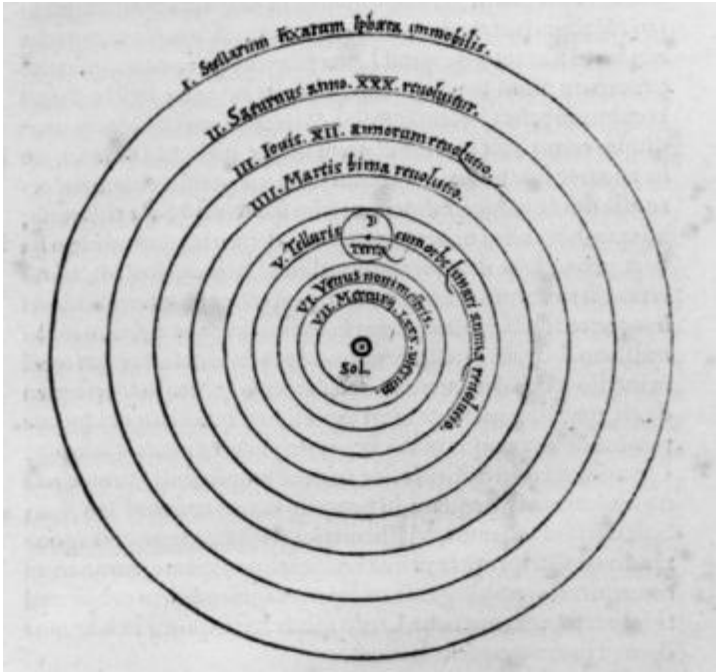


Рис. 14. Коперник изобразил планеты обращающимися вокруг Солнца по траекториям, представляющим собой сложные комбинации круговых движений. Система Коперника предсказывала положения планет не точнее, чем система Птолемея, но она ознаменовала триумф идей, показавших истинное место человека в мире. В 1609 г. Иоганн Кеплер доказал, что планеты движутся вокруг Солнца по эллипсам.

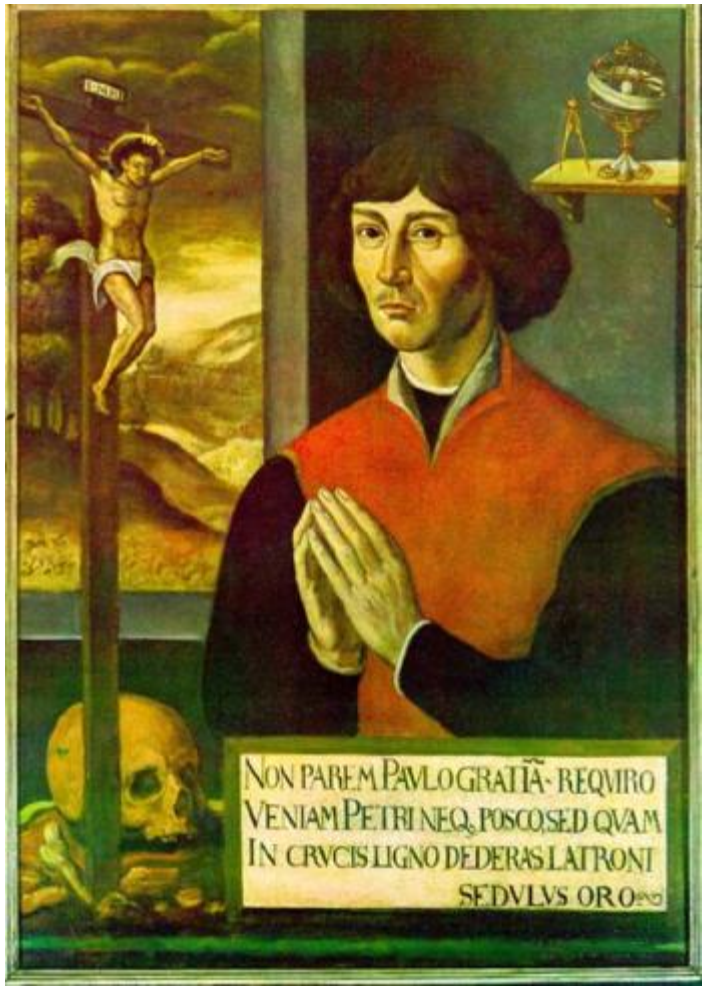


Рис. 15. Николай Коперник. Копня конца XVII — начала XVIII века с портрета, созданного неизвестным художником в 1580 году.

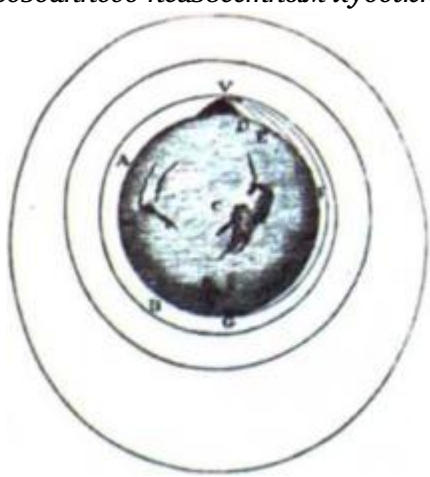


Рис. 16–17. Исаак Ньютон вычислил скорость, при которой

тело, брошенное с вершины горы по горизонтали, не упадет на Землю, а начнет обращаться вокруг нее. Выполненный Ньютоном чертеж траектории искусственного спутника был опубликован в 1728 г… через год посте его смерти.

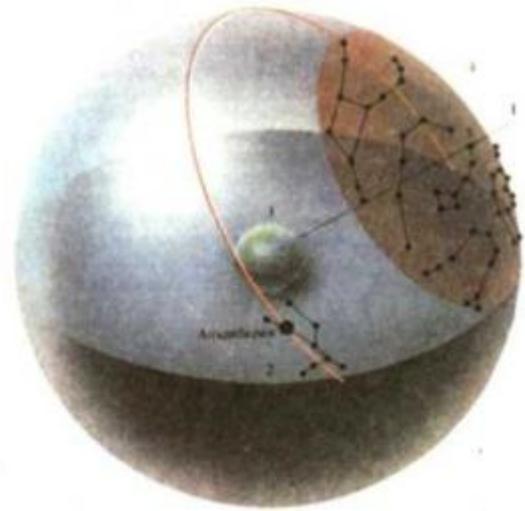


Рис. 18. Для удобства астрономы рассматривают звезды как бы находящимися на внутренней поверхности сферы, в центре которой расположена Земля. Горизонт земного наблюдателя в проекции на небесную сферу — окружность (2). Так как Земля вращается с запада на восток, нам кажется, что небесный свод движется с востока на запал, увлекая за собой звезды. Северный полюс на небе (3) отмечает Полярная звезда. Некоторые звезды (в фиолетовой области) постоянно видны нал горизонтом и называются околополярными звездами. Площадь околополярной области зависит от широты, на которой находится наблюдатель (на рисунке — примерно 50» с. ш).

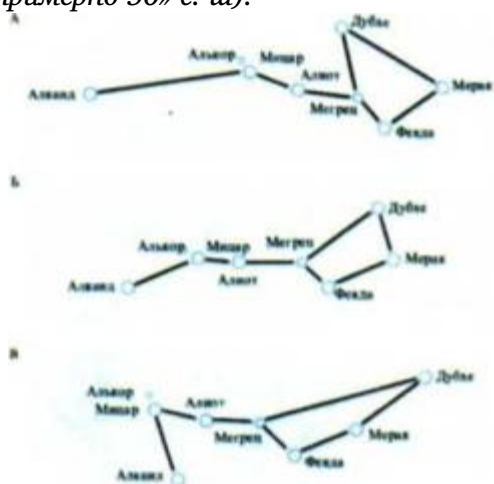


Рис. 19. Для невооруженного глаза созвездия выглядят

неизменными на протяжении тысячелетий. Однако за достаточно длительное время проявляются собственные движения звезд: 100 000 лет назад (А) семь наиболее ярких звезд в созвездии Большой Медведицы располагались иначе, чем сегодня (Б), а еще через 100 000 лет их расположение будет совсем другим (В).

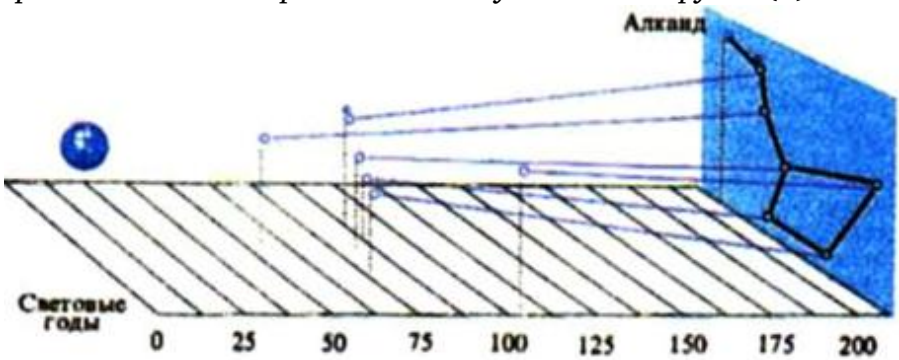


Рис. 20. Случайный наблюдатель сочтет, что звезды в Большой Медведице находятся на одинаковом расстоянии от Земли. На самом деле звезды в созвездиях, как правило, не связаны между собой. На схеме показаны относительные расстояния семи основных звезд созвездия Большая Медведица; Алкаид, находящийся на расстоянии 210 световых лет, — наиболее удаленная звезда. Соседний Мицар удален только на 88 световых лет.

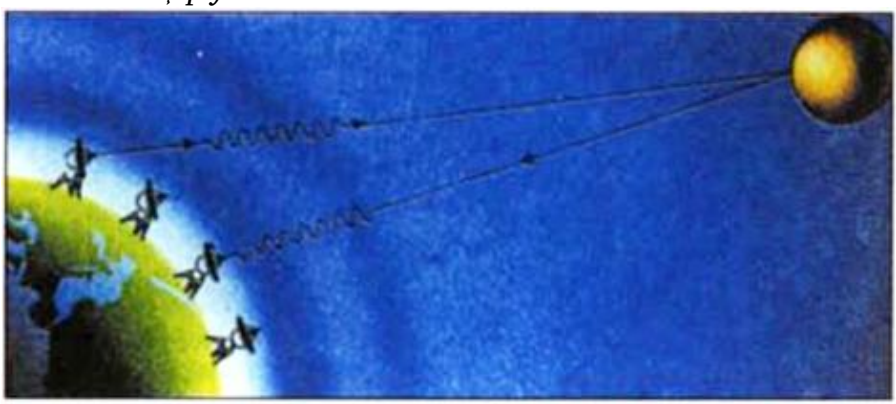


Рис. 21. Расстояние до Венеры можно определить с помощью радиолокации. Радиоимпульсы разных длин волн отражаются на Земле. Время задержки между передачей и приемом отраженного сигнала позволяет рассчитать расстояние, пройденное сигналом (с учетом поправки на задержку радиоэха в ионосфере).

Рис. 22. Комета Галлея.

Ori. Occ.

percipi possent; a Ioue, & inter se non magis dis-
stabant minuto vno: incertus eram, nunquid ex
occidente duæ an tres adessent Stellulæ. Circa
horam sextam hoc pacto erant dispositæ. Orien-

Ori. Occ.

talis enim a Ioue duplo magis aberat quam antea,
nempe min. 2. media occidentalis a Ioue distabat
min. 0. sec. 40 ab occidentaliori vero min. 0. sec.
20. Tandem hora septima tres ex occidente visæ
fuerunt Stellulæ. Ioui proxima aberat ab eo min.

Ori. Occ.

0. sec. 20. inter hanc & occidentaliorem interval-
lum erat minutorum secundorum 40. inter has
vero alia spectabatur paululum ad meridiem de-
flectens; ab occidentaliori non pluribus decem
secundis remota.

Die 21. hora 0. m. 30. aderant ex oriente Stellu-
læ tres, æqualiter inter se, & a Ioue distantes; in-

Ori. Occ.

terstitia vero secundū existimationem 30. secun
dorum minutorum fuere. aderat quoque Stella
ex occidente a Ioue distans min. pr. 4. Orientalis
Ioui proxima erat omnibus minima, reliquæ vero
aliquanto maiores, atq; inter se proxime æquales.

Die 22. hora 1. consimilis fuit Stellarum dis-
positio. A Stella orientali ad Ioucm minu-

Ori. Occ.

torum primorum 5. fuit interuallum a Ioue

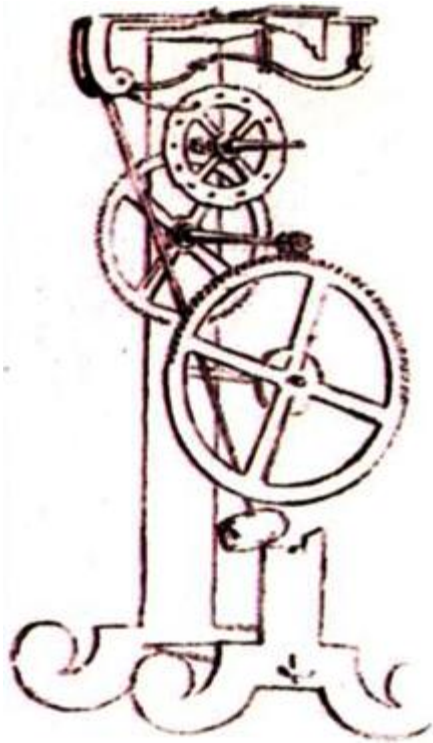


Рис. 23–24. Галилей открыл закон постоянства периода колебаний маятника и использовал его в маятниковых часах (В). Построив телескоп, Галилей впервые наблюди планеты и обнаружил спутники Юпитера, описанные в трактате «Звездный вестник» (1610 г.), страница из которого воспроизведена здесь (Б).

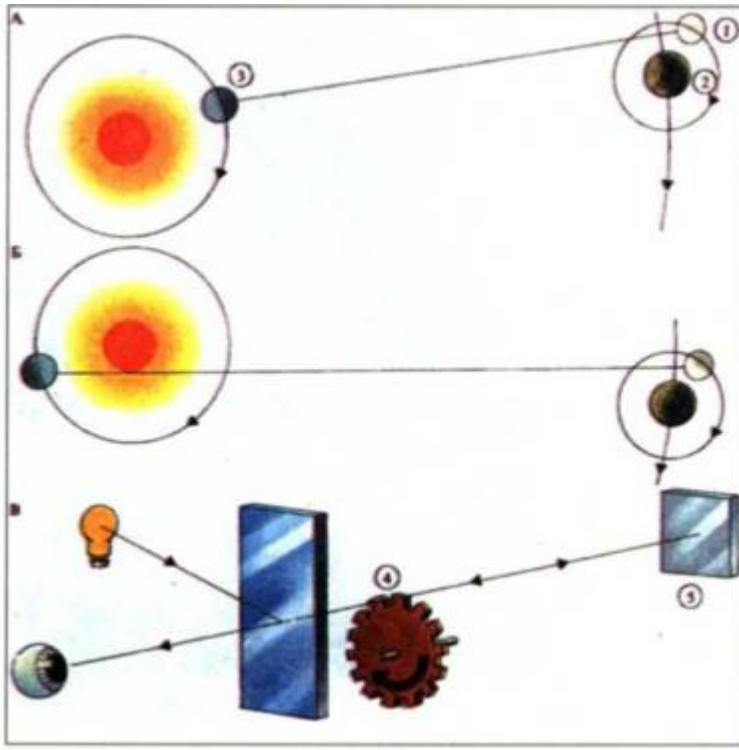


Рис. 25. Скорость света впервые была измерена Оле Ремером в 1675 г. (А).

Он наблюдал затемнения спутников (I) Юпитера, обусловленные положением Юпитера (2). Свет от спутников достигал Земли (3) быстрее, когда Земля и Юпитер находились по одну сторону относительно Солнца, чем в том случае, когда планеты располагались с разных сторон от Солнца (Б).

Зная расстояния и измеряя промежутки времени в этих случаях, Ремер вычислил скорость света. Другой метод измерения (В) был предложен в 1849 г. Арманом Физо. Свет проходил между зубцами вращающегося колеса (4), отражался от зеркала (5) и затем, проходя между другими зубцами, попадал в глаз наблюдателя. Зная ширину зубца, скорость вращения колеса и расстояние до зеркала (8 км). Физо весьма точно рассчитал скорость света.

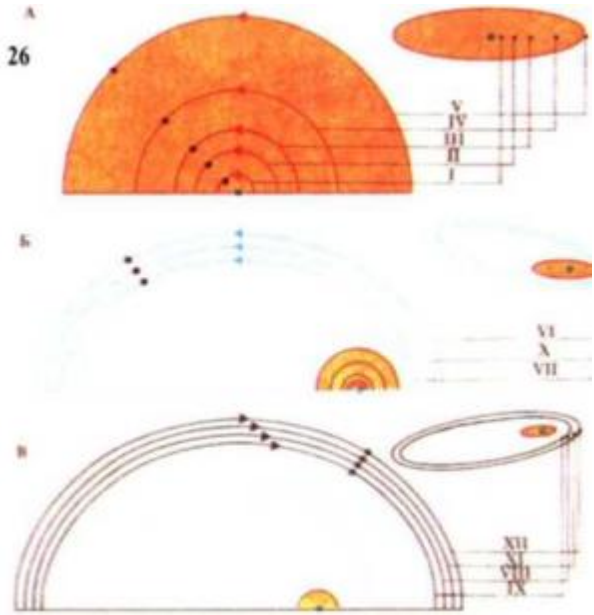


Рис. 26. Спутники Юпитера делятся на несколько четко различимых групп К перкой группе (А) относится спутник Амальтея (I), составляющий, по-видимому, свой особый класс. Его диаметр около 200 км, так что по размерам он скорее близок к астероидам. Затем идут четыре «галилеевых» спутника — Ио (II). Европа (III), Ганимед (IV), и Каллисто (V) — со средними расстояниями от Юпитера от 422 000 до I 880 000 км (у Каллисто). Следующая группа (Б) состоит из трех спутников (VI. X, VII) плюс открытые XIII и XIV; в третью группу (В) входят четыре спутника с обратным движением (XII. XI. VIII. IX).

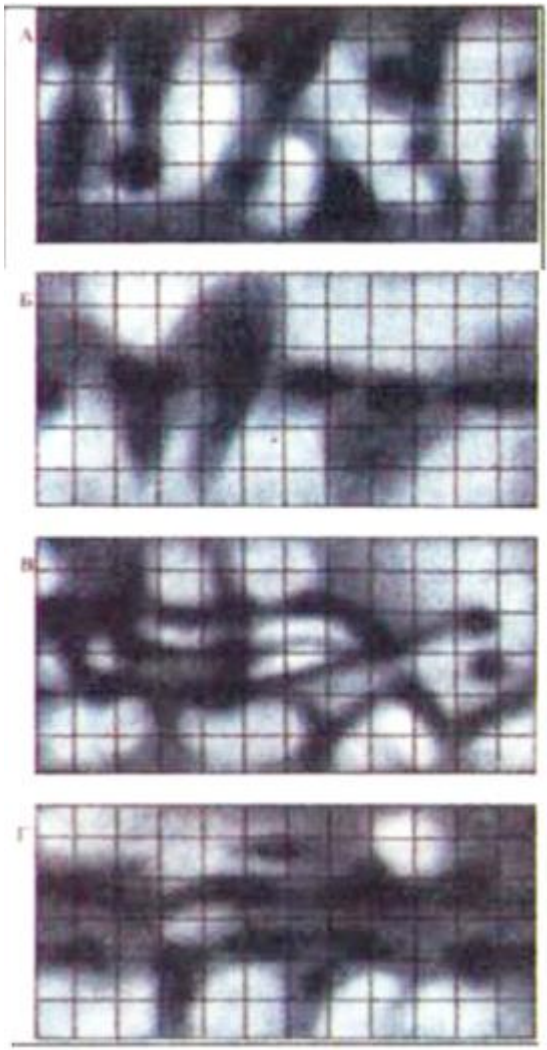


Рис. 27. Детали поверхностей «галилеевых» спутников можно рассмотреть в очень большие телескопы.

Ио (А) — более оранжевая по цвету — имеет яркие экваториальные районы и более темные полюса. Европа (Б) имеет светлую поверхность.

Ее экваториальные районы более темные, а полюса более светлые. Ганимед (В) — самый легкий для изучения из «галилеевых» спутников. На его карте видны светлые и темные области, сравнимые с лунными морями. Каллисто (Г) имеет относительно низкую отражательную способность, и его детали не так легко выявить. Этот рисунок, как и все другие, был сделан Дольфюсом на основе наблюдений в 61-см рефрактор на обсерватории Пик дю Миди.

Рис. 28. На схеме четыре «галилеевых» спутника — Европа (А). Ио (Б). Ганимед (В) и Каллисто (Г) — сравниваются по размерам с Луной. Европа (ее диаметр 3100 км) меньше, но Ио несколько больше, чем Луна. Ганимед и Каллисто скорее сравнимы с Меркурием: диаметр Ганимеда — 5000 км, а Меркурия — 4880 км.

Рис. 29. Когда спутник проходит перед диском Юпитера, его можно видеть как яркое пятно. Ио и Европу легче увидеть при прохожденици, чем Ганимед или Каллисто, благодаря более высокому альбедо.

Более впечатляет прохождение тени спутника. На этой фотографии, полученной 155-см рефлектором на обсерватории Каташна в Техасе, тень Ганимеда видна как отчетливое черное пятно.

Рис. 30. «Галилеевы» спутники легко наблюдать благодаря их орбитам. Они могут затмеваться планетой (I), могут закрываться ею (2), либо их тени могут проходить через диск планеты (3), Каллисто, внешний и) больших спутников, из-за его большего удалении от Юпитера наблюдается не стань часто.

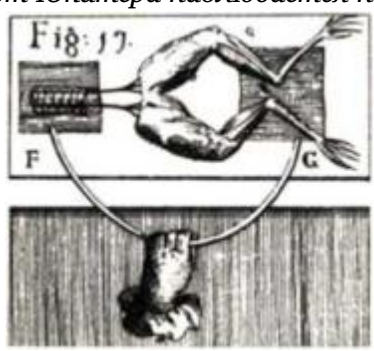


Рис. 31. Гальванизацией называют эффект сокращения мышц при пропускании через них электрического тока. Это явление впервые обнаружил Луиджи Гальвани, наблюдавший сокращение мышц лапки лягушки под воздействием электрического тока.

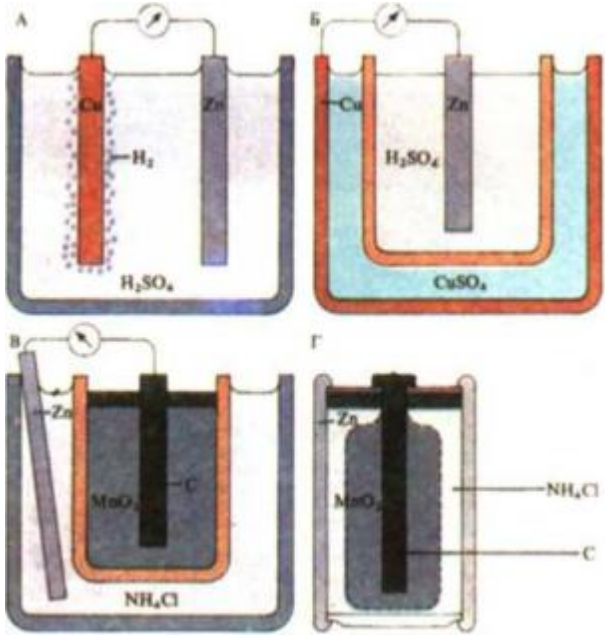


Рис. 32. Гальванический элемент Вольта (А) состоит из сосуда с серной кислотой (H_2SO_4), в которую погружены медная (Cu) и цинковая (Zn) пластины. Если замкнуть цепь, то по ней потечет электрический ток: ионы цинка переходят в раствор, а на медной пластинке происходит выделение водорода (H_2). В элементе Даниэля (Б) цинковая пластина и раствор сульфата цинка находятся в пористом сосуде, помещенном в медный сосуд с раствором сульфата меди ($CuSO_4$). В элементах Лекланше (В) и «сухом» элементе (Г) графитовый стержень помещен в раствор или пасту хлорида аммония, содержащую взвесь диоксида марганца (MnO_2).

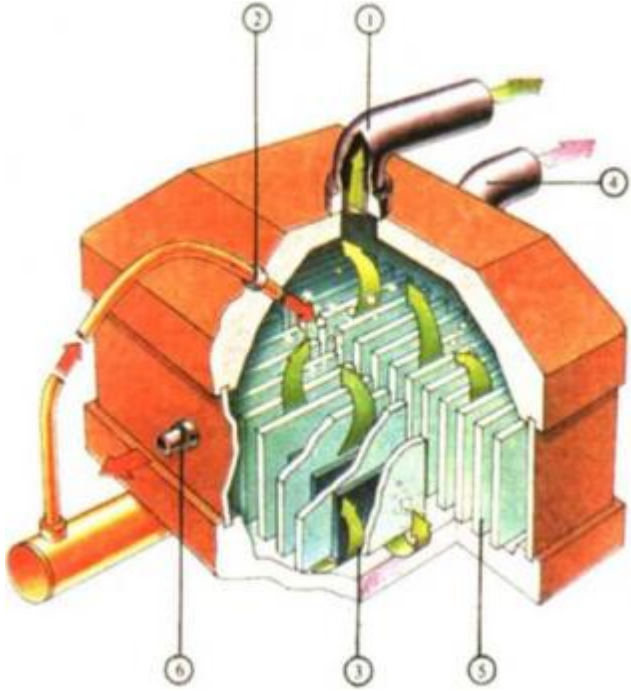


Рис. 33. Металлы и неметаллы, атомы которых легко приобретают или теряют электроны, часто получают с помощью электролиза из их ионных соединений. Например, хлор (I) можно получить электролизом раствора хлорида натрия (2) на графитовых анодах (3). При этом на катодах (5) в результате электролиза воды выделяется водород (4), а в растворе остаются ионы натрия и гидроксид-ионы, т. е. образуется раствор гидроксида натрия (6). В промышленных установках катоды и аноды разделены перегородками, препятствующими взаимодействию водорода и хлора, ведущего к образованию хлористого водорода.

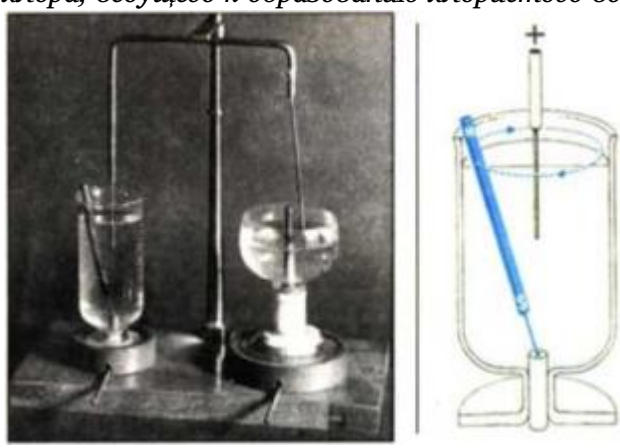
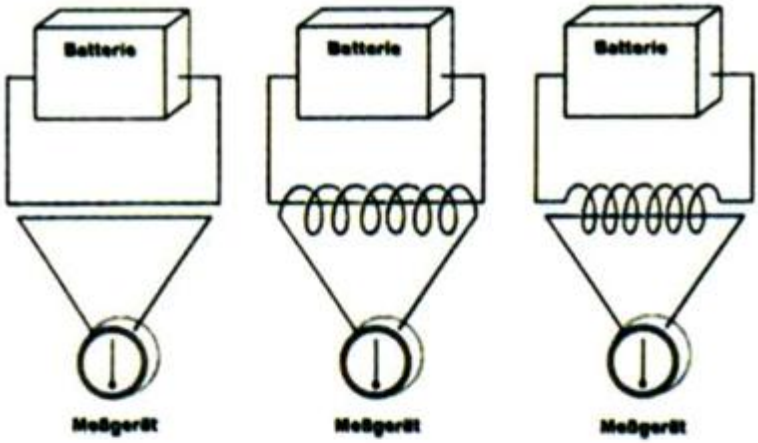


Рис. 34. Фарадей придумал аппарат с разным расположением проволоки и магнита, для того чтобы показать направление

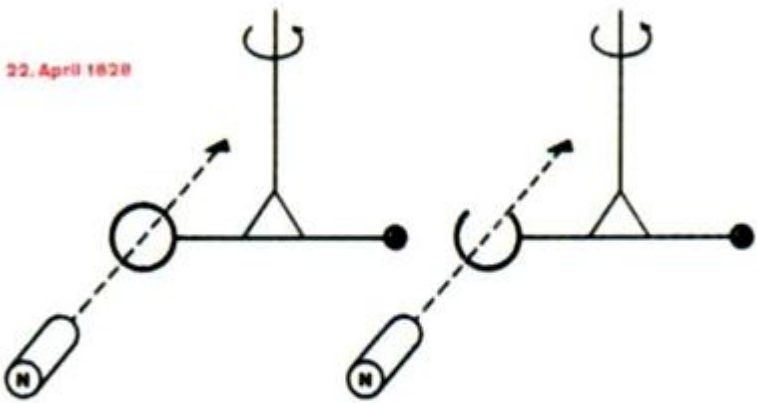
энергии между электрическим током и магнитом. Слева: подобный (такой же) электромагнитный ротационный аппарат, находящийся в Немецком музее в Мюнхене.

Стеклянный сосуд содержит проводящую ток жидкость (соленая вода). Электрический ток поступает сюда через погруженную в раствор проволоку.

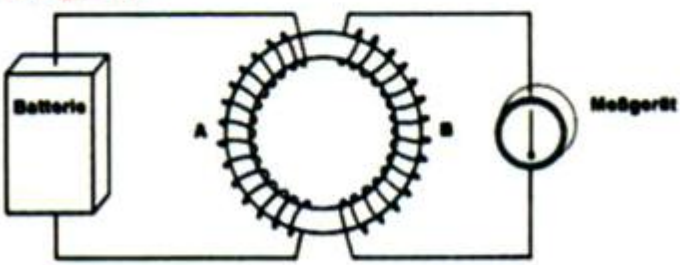
Если течет ток, то подвижный магнит вращается вокруг (влево) установленной сверху неподвижной проволоки. В правую сторону вращается подвижный кусок проволоки закрепленный вверху, вокруг неподвижно закрепленного снизу магнита.



22. April 1828



29. August 1831



17. Oktober 1831

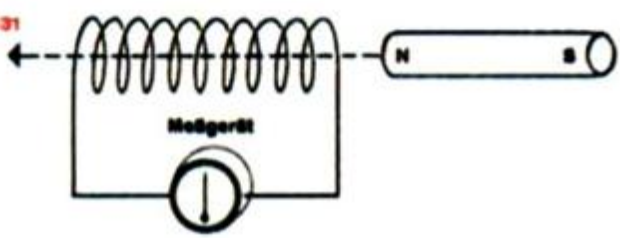


Рис. 35. 28 ноября 1825 г. Фарадей обнаружил электромагнитную индукцию При включении в первый круг тока (от батареи) во втором наблюдалось отклонение стрелки измерительного прибора. Конечно, «соединение» круга тока было очень плохим. 28 апреля 1828 г. при возобновленных опытах были использованы вращательные весы. При приближении магнита появлялся, особенно в левом положении, ток, магнитное поле которого тормозило движение. Эта сила реагировала по закону «Действие равно противодействию». 29 августа 1831 г. успех был достигнут. Расположение было как в ноябре 1825 гола, но соединение теперь было значительно лучше. Фарадей показал эффект вольта — электрической индукции, для различия с немного позднее открытой электромагнитной индукцией. Фарадей 17 октября 1831 г. провёл опыт, с помощью которого получил индукцию.

Рис. 36. Железный круг с двумя разделенными катушками, предшественник трансформатора.

С этим кругом был проведен 29 августа 1831 г. знаменитый индукционный опыт. С одной стороны Фарадей замкнул круг измерительным прибором, а с другой стороны расположил батарею как источник напряжения. При отключении тока в измерительном инструменте отклоняется стрелка.

Рис. 37. Катушка и магнит, с помощью которого Фарадей получил инлукцию. При движениях магнита внутри катушки на ней появлялись улары током, которые фиксировал измерительный прибор (опыт 17 октября 1831 г.).

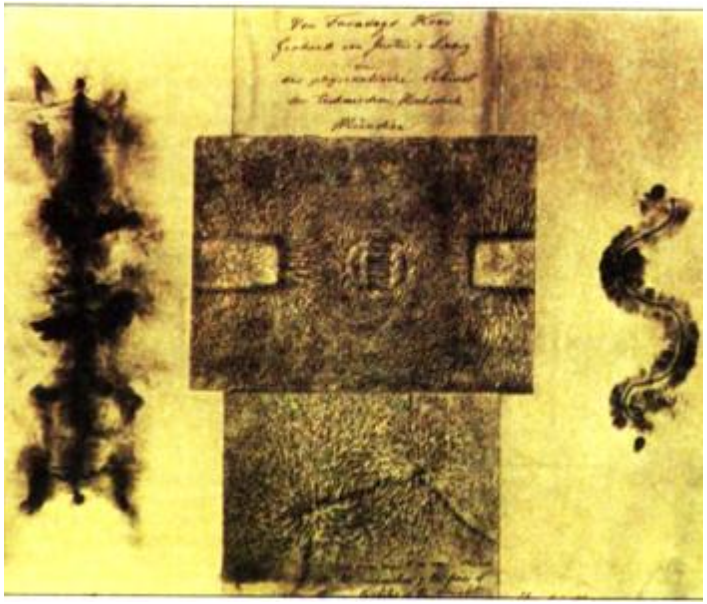


Рис. 38. Если вблизи металлической заряженной пластики или проволоки поместить стальные опилки, то они будут вести себя подобно небольшим магнитным стрелкам и установятся вдоль линий магнитной индукции, давая наглядную картину распределения поля.

Максвелл сформулировал и обосновал теорию электродинамики. С этого времени понятие «силовое поле» играет центральную роль в физике.

Рис. 39. Когда лучи света проходят через прозрачную стеклянную плоскость в магнитном поле, они преломляются и становятся параллельными ему.

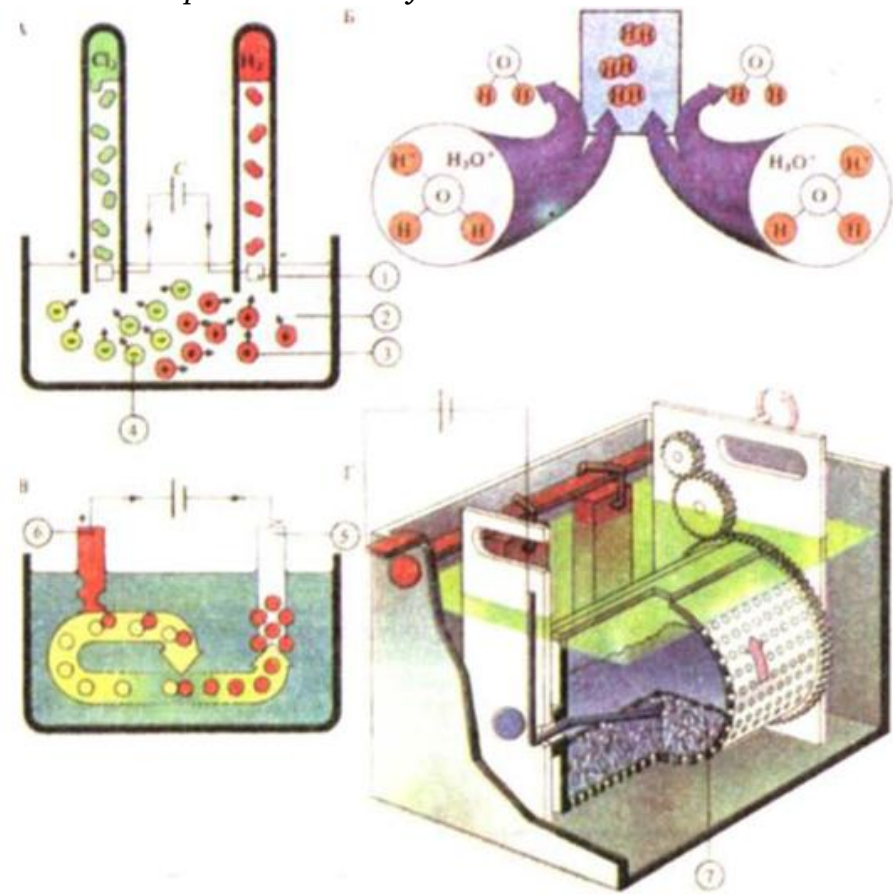


Рис. 40–41. При электролизе (А) ток проходит между платиновыми электродами (I) через разбавленный раствор соляной кислоты (2). Положительно заряженные катионы (3) двигаются к катоду, а отрицательно заряженные анионы (4) — к аноду. Ионы водорода, соединяясь с молекулами волы, образуют ионы гидроксония (H_3O^+). Достигнув катода, каждый из ионов гидроксония присоединяет по электрону, образуя водород (Б). При

электроосаждении меди (В) медь из раствора сульфата меди (электролит) осаждается на поверхности предмета (5), покрываемого металлом, а медь, из которой изготовлен анод (6), переходит в раствор. Современные промышленные электролизеры (Г) позволяют одновременно металлизировать множество мелких изделий (7).

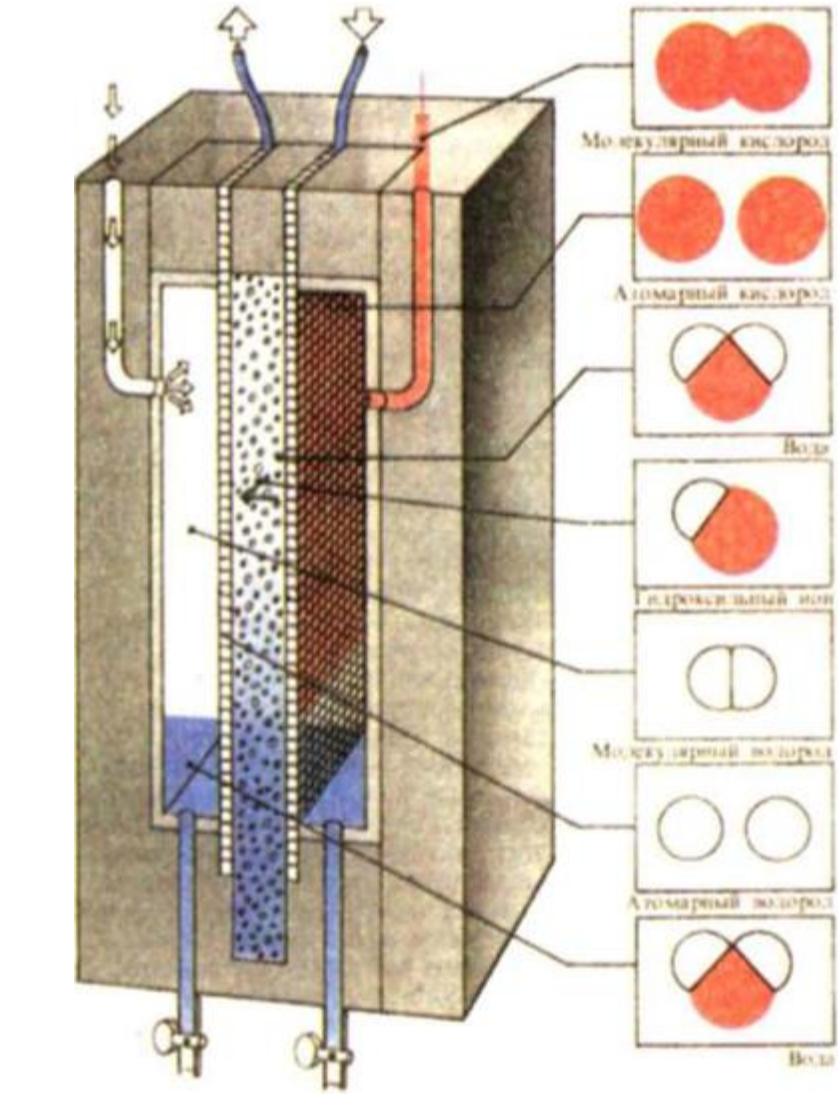


Рис. 42. Топливный элемент, как и гальванический, вырабатывает электроэнергию за счет химической реакции. В одном из простейших элементов в качестве «топлива» используются водород и кислород. В таком элементе водород находится в пространстве, окруженном очень тонкой мембраной, насыщенной водой. Последняя пропускает ионы, но задерживает

нейтральные атомы и молекулы. Электроды представляют собой металлическую сетку, поверхность которой покрыта платиной. Из газовых камер к сетке поступают молекулярные водород и кислород. На поверхности одной платиновой сетки кислород образует гидроксил-анионы. Проходя сквозь мембрану, они реагируют с ионами водорода, образующимися на другой платиновой сетке из молекулярного водорода — в результате образуется вода. Электроны, освобождающиеся из водорода на второй платиновой сетке, по электрической цепи поступают на первую сетку, где кислород превращается в гидроксил-анионы.

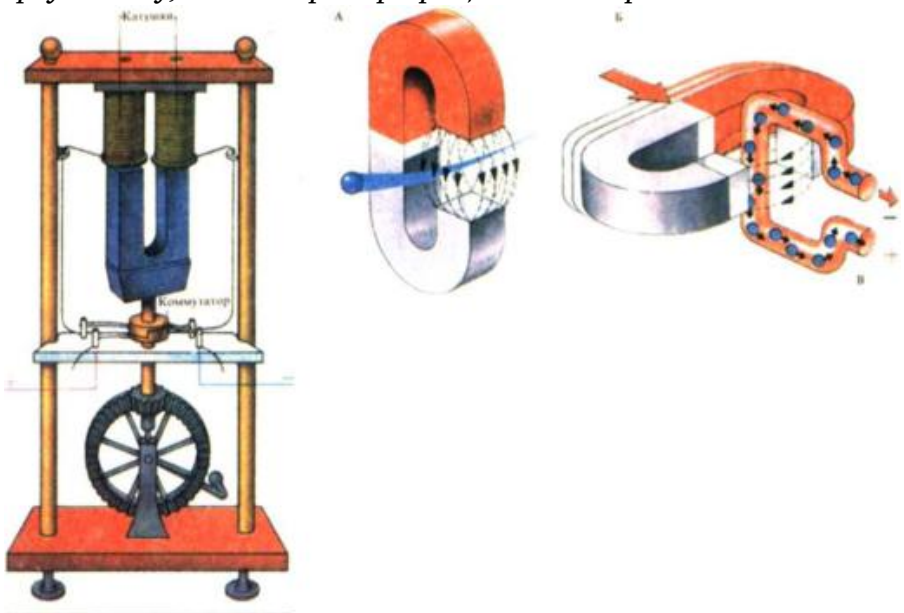


Рис. 43. Электрический генератор, построенный в 1883 г. французом И. Пикси, состоял из подковообразного магнита, соединяющего концы двух катушек. Магнит вращался вручную. При вращении магнита в катушках индуцировалось переменное напряжение. Коммутатор, добавленный позднее, обеспечивал, с одной стороны, положительное, а с другой — отрицательное напряжение, создавая постоянный ток. Электрический ток, текущий по проводнику, создает вокруг себя магнитное поле. Если в двух параллельных проводниках токи протекают в одном направлении (А), то проводники притягиваются; если токи текут в противоположных направлениях (Б) — отталкиваются Устройство (В) измеряет силы притяжения или отталкивания между двумя проводниками с током.

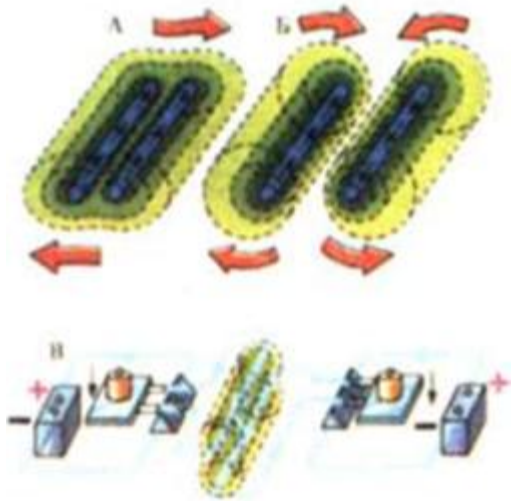


Рис. 44. Движущимся электрический заряд создает магнитное поле. Оно взаимодействует с полем постоянного магнита, в результате чего заряд отклоняется (А). Если заряд движется по проводнику, то отклоняется проводник, что и происходит в электродвигателе. Если же изменяется магнитное поле, то электроны двигаются так, что их собственное магнитное поле оказывается направленным противоположно изменяющемуся нолю (Б). На этом основано действие электрического генератора (В).

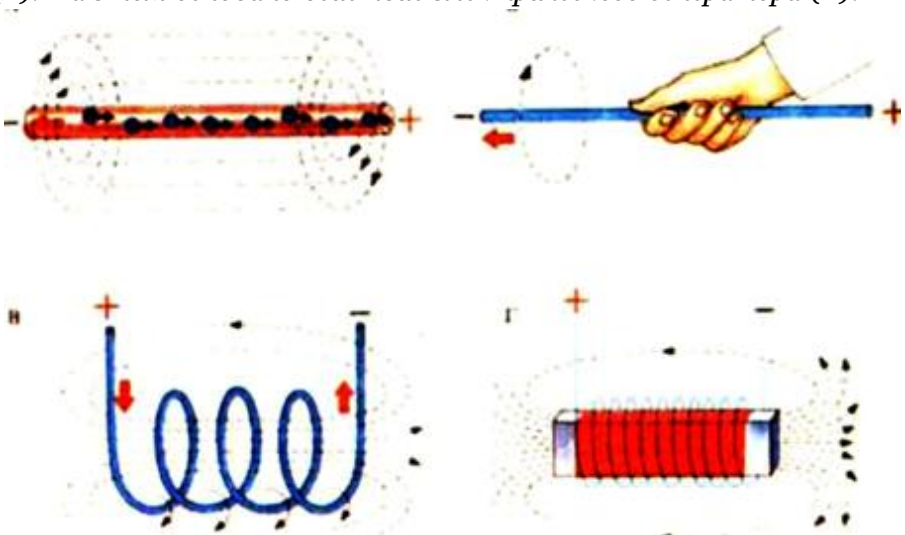


Рис. 45. Проводник, по которому течет ток, создает магнитное пате, силовые линии которого представляют собой систему концентрических окружностей, расположенных в плоскостях, перпендикулярных проводнику. Плотность силовых линий (пунктирные линии на рис. Б. В и Г) характеризует интенсивность магнитного поля. Направление поля находят,

применяя «правило правой руки» (Б). Если провод держать в правой руке так, что указательный палец показывает направление протекания тока (его принято считать противоположным направлению движения электронов), то остальные пальцы покажут направление поля. Если провод изогнуть, то изменится и форма линий поля. Когда провод намотан в Blue катушки юн соленоида (В), силовые линии поля проходят в одном направлении вдоль оси катушки. Такое поле в общем напоминает поле плоского магнита (северный полюс которого находится справа). Если внутрь соленоида поместить железный брусок, то силовые линии будут в основном концентрироваться внутри его; соответственно увеличится концентрация линий на концах бруска. Это устройство, называемое электромагнитом, может создавать очень сильные магнитные поля.

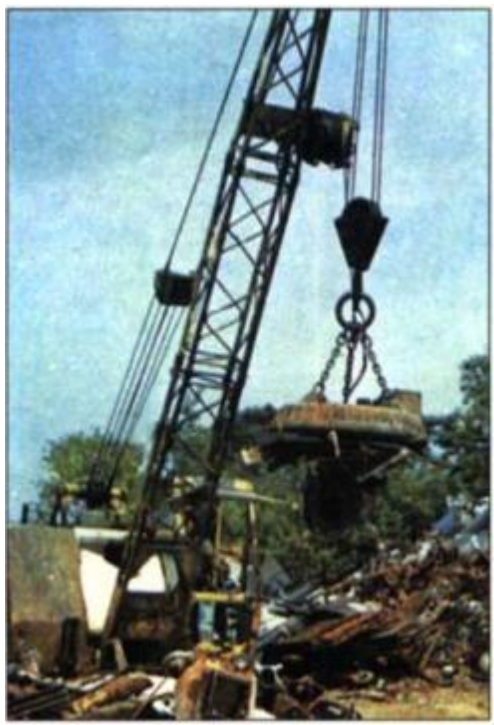


Рис. 46. Электромагниты часто используют для извлечения черных металлов на свалках металлического лома.

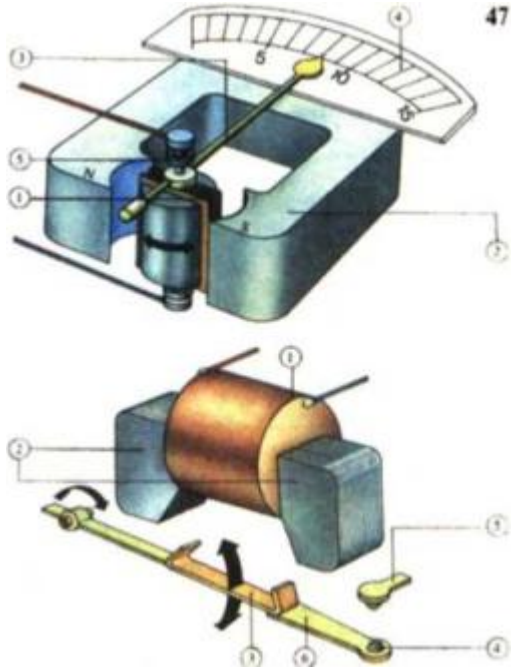


Рис. 47. В электроизмерительных приборах используется катушка (I), врашаюшаяся в магнитном поле (2), стрелка (3) показывает силу тока на шкапе (4), волосковая пружина (5) возвращает стрелку в исходное состояние.

Реле позволяет с помощью маломощного источника тока включить цепь высокого напряжения. Когда через катушку (1) проходит небольшой ток, магнитный поток, возникающий между полюсами сердечника (2) притягивает якорь (3). Затем подвижный контакт (4) соединяет фиксированные контакты (S), замыкая высоковольтную цепь. При отключении балансный противовес (6) преодолевает слабеющее магнитное поле и размыкает цепь.

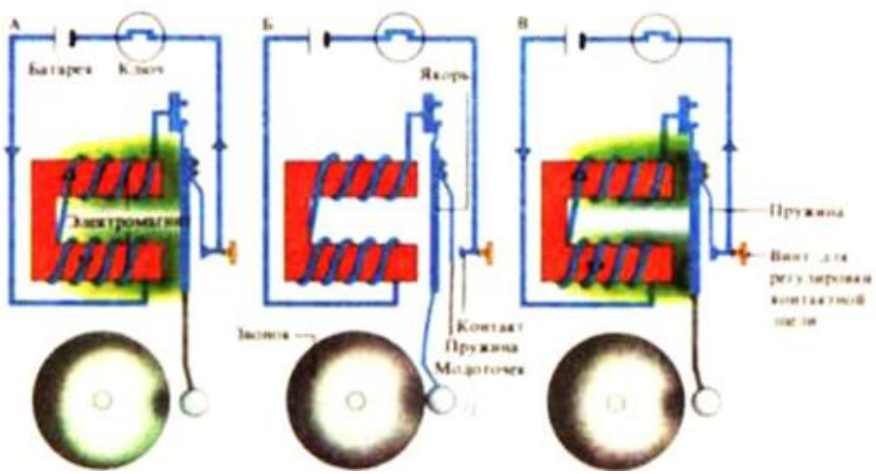


Рис. 48. В электрическом звонке при нажатии выключателя

(А) ток от батарейки протекает по магниту, сдвигая удерживаемый пружиной якорь, а вместе с ним и молоточек (Б); это приводит к размыканию цепи в точке контакта и отключению электромагнита. Пружина оттягивает якорь назад, восстанавливает цепь (В), и все повторяется.

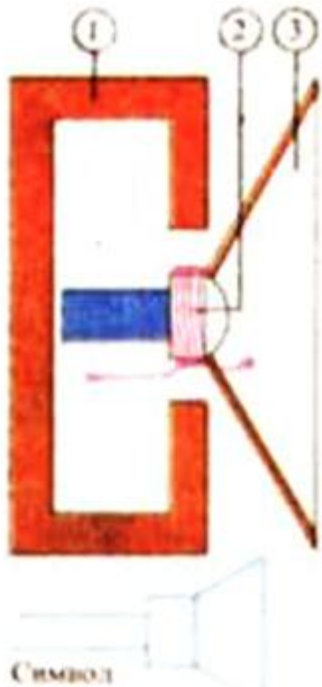


Рис. 49. Громкоговоритель обычно имеет постоянный магнит (1), создающий пате, которое удерживает в равновесии катушку (2), присоединенную к бумажному конусу (3), но позволяет ей свободно двигаться взад-вперед. Переменный электрический ток подается в катушку с выхода усилителя, создавая в катушке изменяющийся магнитный поток. Взаимодействуя с полем постоянного магнита, он заставляет катушку, а следовательно, и конус колебаться, создавая звук.

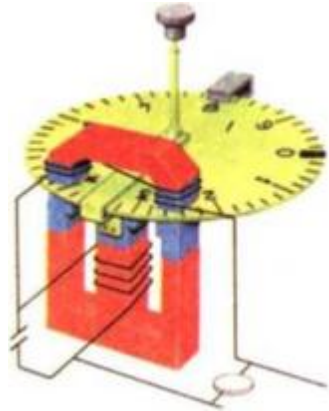


Рис. 50. В бытовом электросчетчике потребляемый ток протекает по катушкам электромагнитов, заставляющих вращаться диск. Диск связан со счетчиком, проградуированным в киловатт-часах.

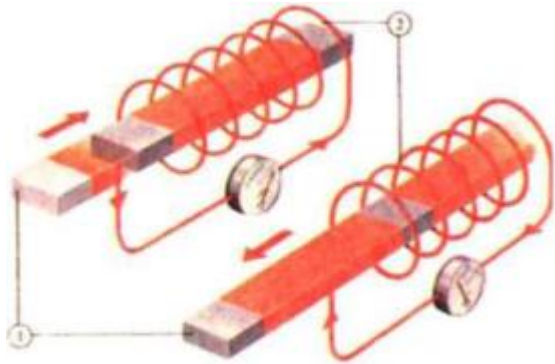


Рис. 51. Электрический ток возникает при движении магнита и электрического проводника относительно друг друга. При движении магнита (I) окружающие его силовые линии пересекаются с проводником катушки (2) и индуцируют в нем напряжение. Чем быстрее движение, тем выше индуцируемое напряжение. При вдвигании и выдвигании магнита ток между концами катушки течет сначала в одном, а потом в противоположном направлении — это переменный ток.

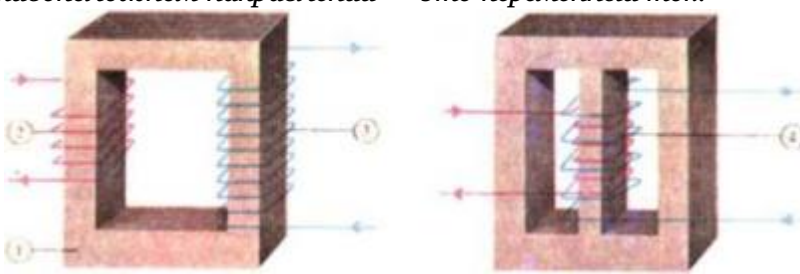
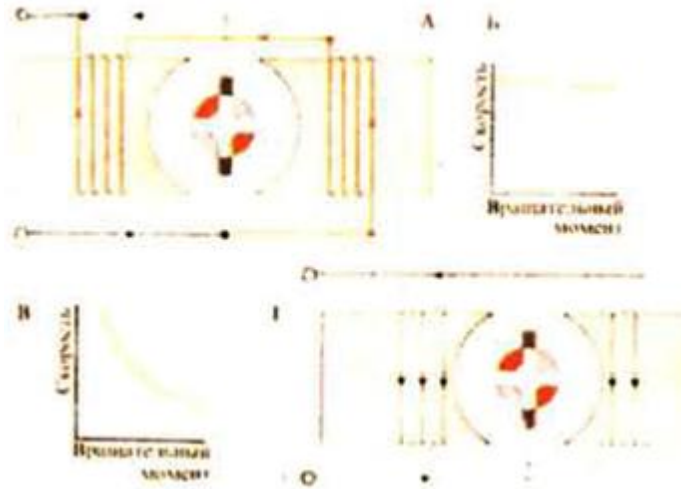


Рис. 52–53. Трансформатор — наиболее простое и эффективное устройство для повышения или понижения переменного напряжения — состоит из трех основных элементов:

железного сердечника (I), который обеспечивает магнитное сцепление между первичной, или входной (2), и вторичной, или выходной (3), катушками. Отношение величин напряжений на входе и на выходе определяется соотношением числа витков в первичной и вторичной катушках. Уменьшение числа витков во вторичной катушке приводит к соответствующему уменьшению напряжения, и наоборот.



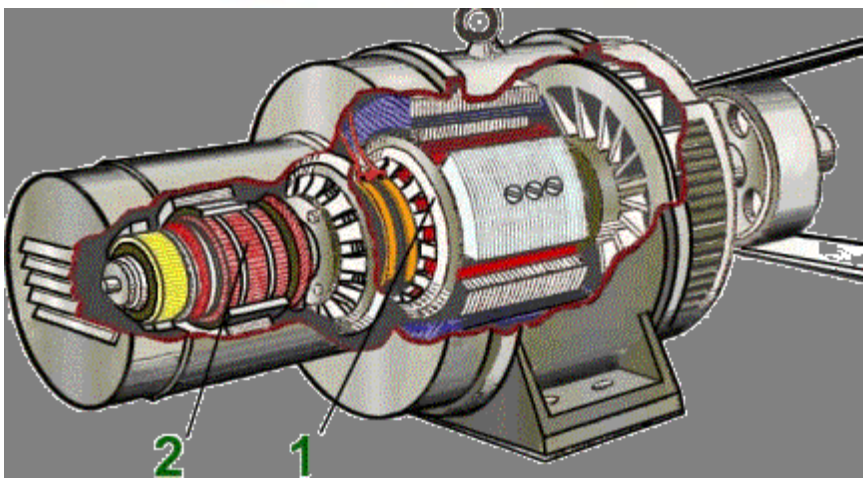


Рис. 54–55. Электродвигатели по своему устройству в принципе аналогичны генераторам. Ток, поданный в якорь или в катушку, создающий электромагнит нос поле, заставляет якорь вращаться. Параллельное соединение катушек и якоря (А) обеспечивает почти постоянную скорость при любом вращательном моменте (Б). Последовательное соединение (Г) приводит к большому вращательному моменту (В) при низких скоростях.

Иенс Якоб Берцелиус 1779–1848

И Дэви вновь взвинчивает темп работы, как тогда, в Пневматическом институте. И меньше чем через год, 20 ноября 1806 года, на традиционном заседании Королевского общества он выступил с докладом «О некоторых химических действиях электричества».

Это был отчет о том, что сделано другими и что сделал он сам, это был анализ достигнутого, анализ детальный, точный и, как всегда, вдохновенный. В докладе впервые фигурировало понятие «отрицательное и положительное электричество». В докладе впервые высказывалась идея о причинах электрического и химического сродства, о механизме притяжения между химическими вещами и заряженными телами. В докладе впервые очерчивались перспективы применения электролиза в промышленности и медицине.

Доклад произвел огромное впечатление. И не только на слушателей, и не только в Англии. В Швеции Берцелиус поначалу не поверил Дэви на слово; он повторил его опыты и проанализировал гипотезы и все же вынужден был признать: «Они являются ценнейшим вкладом в сокровищницу мировой науки».

Во Франции доклад Дэви изучает академия и принимает неожиданное решение: присудить английскому химику премию в три тысячи франков, учрежденную пять лет назад, как вы помните, по рекомендации Наполеона. Ситуация складывается

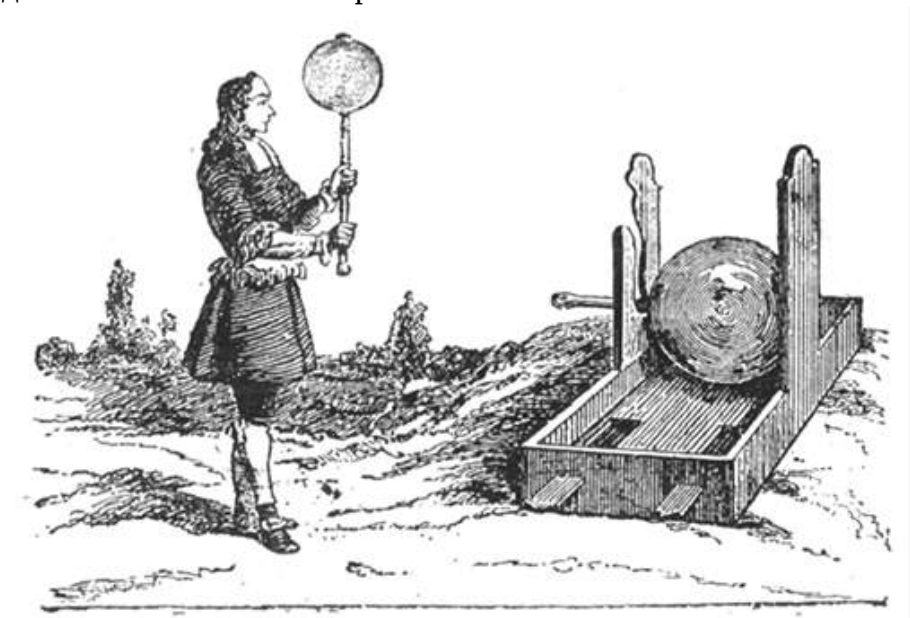
весьма щекотливая. Между Францией и Англией идет война, в битве у Трафальгара гибнут тысячи моряков обеих стран, Англия теряет своего национального героя — адмирала Нельсона, но выигрывает сражение; взбешенный Наполеон блокирует европейские гавани и призывает к открытому грабежу всех английских судов; императора трясет от одного только упоминания об Англии, и в этот момент Французская академия выносит вроде бы совершенно непатриотическое решение. И, несмотря на шум, поднятый во французских газетах, Наполеон благословляет это награждение: он не забыл доклада Вольты и то впечатление, которое произвело на него новое открытие, и коль исследование Дэви — вклад не только в английскую, но и в мировую науку, значит, его следует наградить — слово надо держать.

Теперь английские газеты начинают кампанию против своего соотечественника: не смей принимать премии из рук французских бандитов. Дэви раздумывает некоторое время, а потом сообщает, что все же принимает награду, ибо ее присудила ему лучшая в мире академия и никакого отношения к политике эта акция не имеет. Газеты еще долго не могут успокоиться, но Дэви не обращает на них никакого внимания, ему не до того — у него появилась новая идея, и он снова стал рабом только ее одной. Он уже высказал эту мысль публично в лекции, не смог удержаться, теперь надо доказать ее экспериментально.

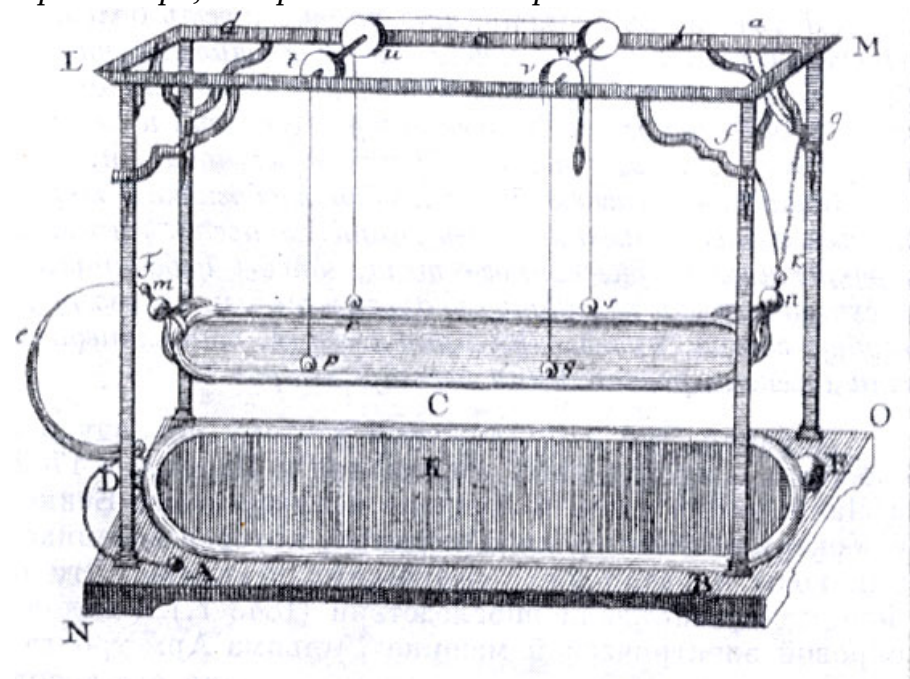
Он сказал тогда — и был уверен в своей интуиции, — что никакое сложное тело не может противостоять действию электрического тока: в клешнях электролиза оно неумолимо распадется на составные части. В 1800 году в Клифтоне он впервые попытался разложить едкий калий, но добился только того, что у одного из полюсов раствор стал гуще. Он не забыл ту свою неудачу, но старался не думать о ней, понимая, что в тот день просто не дошел до конца эксперимента.

Он был настолько поглощен новой экспериментальной работой, что не смог даже в полной мере прочувствовать положенную радость и гордость, когда в начале 1807 года его избрали одним из трех секретарей Королевского общества. Он с утра приходил в лабораторию, и начиналась напряженная, выматывающая все силы работа. Его ничто не могло остановить, и даже если бы он знал, к чему приведет это нечеловеческое напряжение, какой ценой ему придется заплатить за удачу, он все равно не сбавил бы темпа работы. Он чувствовал, что где-то здесь, рядом, отдаленное буквально несколькими опытами, его поджидает новое открытие. И он спешил к нему, как на свидание с любимой. Кстати, через пять лет, в 1812 году, он с такой же

неистовой стремительностью увлечется мисс Эприс, дальней родственницей Вальтера Скотта, и уже через несколько встреч добьется ее согласия на брак.

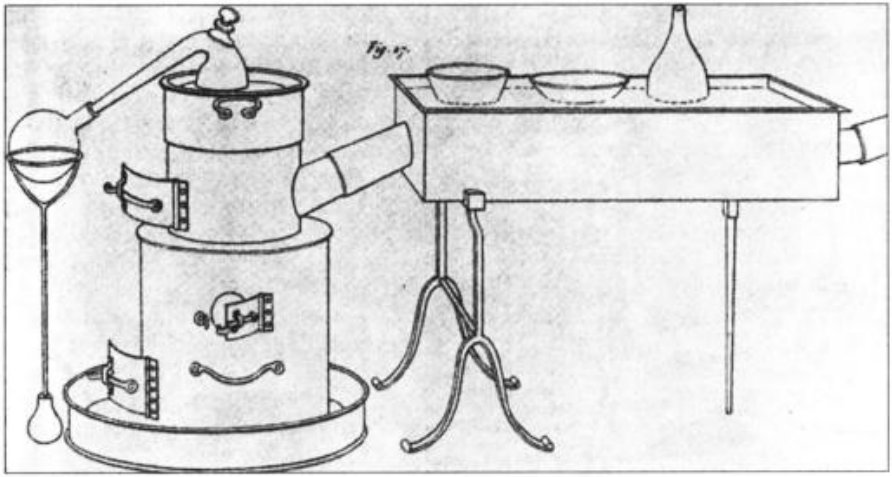


Первая электростатическая машина. Справа — вращающийся шар из серы, слева — наэлектризованная пушинка, висящая над шаром из серы, который тоже наэлектризован.



Электроскоп, сконструированный Петербургской Академией

наук по приказу императрицы Екатерины II.



Печь для химических опытов из французского перевода «Элементов химической философии» Дэви (Париж 1813 г.).

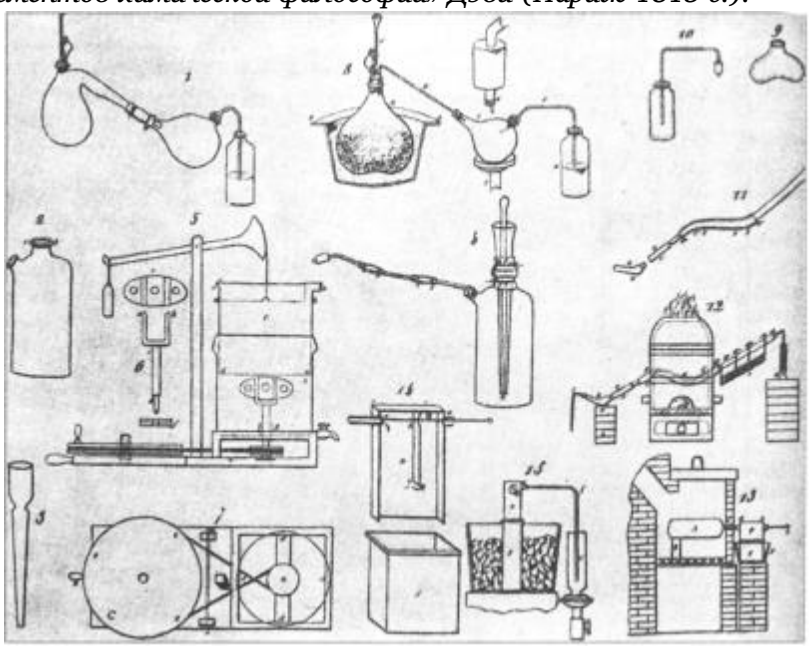


Таблица приборов, приложенная к первому тому учебника Берцелиуса (Брюссель, 1839 год).

Однако, несмотря на спешку и нетерпение, работа велась исключительно методично и аккуратно. Вначале Хэмфри решил пропустить электрический ток через водный раствор едкого калия; одной вольтовой батареи показалось ему мало, и он утроил ее, довел до 274 пластин. Это был один из самых сильных вольтовых столбов того времени.

Когда ученый опустил провода от полюсов в раствор,

началась бурная реакция. Раствор разогрелся, из него стали выделяться пузырьки газа. Хэмфри проверил, что это за газ, оказалось — смесь кислорода и водорода, но ничего нового здесь не было, первый опыт закончился такой же неудачей, как и тот, семь лет назад.

Но Дэви не унывает. Он меняет условия эксперимента. Вообще надо сказать, его стойкость к неудачам удивляет в нем: уж больно не вяжется она с его бурным характером. Брат Хэмфри в своих мемуарах подмечает это: «Успех его радовал, но неудачи он сносил с большим терпением. Вообще всякие неудачи и несчастные случаи во время экспериментов, даже происшедшие по вине учеников и помощников, он сносил с большим спокойствием, чем можно было бы ожидать от человека его темперамента».

Итак, пережив первую неудачу, Дэви решил взять едкий калий не в виде раствора, а в расплаве. Тогда вода не будет разлагаться на кислород и водород, затемняя тем самым картину.

Дэви взял платиновую ложку, насыпал в нее сухой едкий калий и направил туда пламя спиртовой горелки; щелочь не расплавилась. Тогда в пламя стали вдувать кислород, температура сразу поднялась, через некоторое время щелочь не устояла — расплавилась. Теперь пришло время вступать в действие электричеству. Ручку ложки Дэви соединил с одним полюсом батареи, а проволоку, идущую от другого полюса, осторожно опустил в ложку. Тотчас же в месте соприкосновения вспыхнуло сильное зеленоватое пламя. Явно что-то здесь сгорало, но что? Как ни бился ученый, собрать это таинственное соединение ему не удалось.

Что делать дальше? Как изменить опыт, чтобы поймать невидимку? Да нет, невидимкой таинственное вещество даже не назовешь, оно оставляет ослепительный след, но — после себя. И тут Дэви понял, в чем его ошибка: он пользовался для плавления и разложения разными методами, он свел в один опыт огонь и электричество. Может, они мешали друг другу? Надо провести опыт с минимальным количеством компонентов, только одно электричество — и для плавления, и для разложения.

Так был сформулирован план третьего опыта, который наконец привел к удаче. Правда, тоже не сразу. Оказалось, сухая щелочь не проводит электричества. Дэви нашел выход: он выставлял ее на воздух, чтобы она отсырела. И вот тогда все пошло как надо. Через месяц, 20 ноября 1807 года, выступая на традиционной ежегодной лекции в Королевском обществе — а лекции эти по завещанию знаменитого английского ученого Генри Бакера читались разными учеными на разные темы каждый

год в один и тот же день и назывались поэтому бакеровскими, — так вот, выступая уже второй раз подряд с бакеровской лекцией, Дэви описал тот октябрьский день, когда был открыт металл калий: «Я взял кусочек чистого едкого калия, выставил его в течение нескольких секунд на воздух, чтобы его поверхность сделалась электропроводящей, положил его на изолированную платиновую пластину, соединенную с отрицательным полюсом батареи из 250 пар пластинок, и соединил поверхность едкого калия с платиновой проволокой от положительного полюса. Весь аппарат находился на воздухе. Тотчас обнаружилось сильное действие. Едкий калий начал плавиться в обеих точках, где он электризовался; на верхней поверхности наблюдалось сильное выделение газов, на нижней же отрицательной пластине не выделялось никаких газов, но я заметил маленькие шарики с сильным металлическим блеском и похожие на ртуть.

Некоторые из них тут же сгорели со взрывом и пламенем, другие же не сгорали, а только тускнели, покрывались белой пленкой. Ряд опытов доказал мне, что эти маленькие шарики представляют то тело, которое я искал, — легко воспламеняющееся основание едкого калия».

Эти строки Дэви прочел, как и подобает в Королевском обществе, неторопливо и с достоинством; он умолчал, конечно, что месяц назад в тот миг, когда увидел то, о чем рассказывал теперь так спокойно, запрыгал по лаборатории, словно ребенок.

После этого Дэви сообщил об открытии с помощью электролиза щелочи еще одного металла — натрия. Для этого пришлось соорудить еще более мощный вольтов столб. Открытый новый металл напоминал калий — он также нередко сгорал на воздухе, носился в воде, извергая газ.

Сегодня, изучая на уроках химии свойства щелочных металлов, мы искренне удивляемся их странностям, отличающим их от других металлов; представляете же, какова была реакция современников Дэви, — они были просто огорошены. Свойства новых элементов были так не похожи на традиционно металлические, что далеко не все химики согласились считать калий и натрий металлами. Правда, большинство ученых поддержало все же Дэви.

Надо вновь отдать ему должное: его аргументы безупречно логичны. Смотрите, как он отвечает своим оппонентам: «Вещества эти сходятся с металлами по блеску, ковкости, по способности проводить тепло и электричество и по своим химическим свойствам. Вряд ли можно считать их низкий удельный вес достаточной причиной для того, чтобы выделить их в новую группу веществ, ибо и между металлами в этом отношении

наблюдаются заметные колебания: так, платина в четыре раза тяжелее теллура. При установлении научного разделения веществ по группам нужно руководствоваться аналогиями между возможно большим количеством свойств».

За этими строками — не только железная логика ученого, но и огромный труд по изучению этих самых возможно больших количеств свойств. А времени на все про все было меньше года. Когда он успел все сделать? Где брал силы? Ведь он управился произвести не только химические, но и лингвистические исследования, и тоже с предельной тщательностью. Надо было дать названия новым металлам, и, естественно, право на это, как первооткрывателю, принадлежало самому Дэви. Он воспользовался им, но как осмотрительно: «Калий и Натрий — вот имена, которые я решился дать двум новым веществам, и какие бы изменения ни произошли впоследствии в теориях, касающихся строения тел, вряд ли может содержаться ошибка в самих терминах… По поводу этого словообразования я советовался со многими выдающимися учеными нашей страны, и большинство одобрило мой выбор…» Я привел лишь один абзац, Дэви же тратит на обсуждение, казалось бы, второстепенной проблемы — три.

Я не знаю, можно ли найти в жизни другого ученого такой счастливый, насыщенный открытиями год: Дэви выделил калий, натрий, вплотную подобрался к получению еще трех новых металлов — кальция, стронция, бария, и уже на следующей бакеровской лекции — третьей подряд! — он доложит об их выделении и изучении; он примерялся разложить окись алюминия; он настолько уверен, что это можно сделать электролизом глинозема, что не боится заявить: «Если бы мне посчастливилось получить металлическое вещество, какое я ищу, я предложил бы для него название — алюминий».

Бурное воображение, подхлестываемое незаурядной интуицией, толкает ученого на смелые, неожиданные для того времени предвидения; он словно бы заглядывает за линию горизонта, отчетливо видя то, что никто из его современников не видит. Под конец ему приходится даже сдерживать себя: «Легко было бы еще более распространить эти гипотетические соображения, но я не хочу отнимать далее времени у общества, тем более что целью моей лекции было не построение гипотез, а изложение ряда новых фактов».

Через три дня после этой лекции наступила расплата за напряжение, одержимость, неистовство исследований: Дэви тяжело заболел. Полтора месяца лучшие врачи Лондона не отходили от его постели, каждую минуту ожидая самого худшего.

Весь город был обеспокоен болезнью своего любимца. Лондонцы с нетерпением ждали выхода газет, где публиковались бюллетени о состоянии его здоровья, толпами осаждали его дом, редакции, пытаясь узнать последние новости.

К Новому году кризис миновал, хотя положение еще оставалось серьезным. Очередной цикл лекций в Королевском институте начался, как обычно, вводной лекцией, но уже не Дэви поднялся на трибуну. Доктор Дибдин, которому было поручено прочесть ее, начал со слов, более всего ожидаемых публикой: «Разрешите объяснить, как это случилось, что мне, а не более достойному чтецу выпала честь первым обратиться к вам с речью… Мистер Дэви, чьи могучие частые речи, подкрепленные замечательными экспериментами, вам известны, последние пять недель находился между жизнью и смертью.

Влияние последних экспериментов, иллюстрирующих его замечательное открытие, сильная слабость, вызванная работой, привели его к горячке, настолько сильной, что она грозила смертью.

Про него можно сказать языком нашего бессмертного поэта Мильтона, что смерть своим копьем потрясла, но не ударила.

Если бы небо захотело лишить мир дальнейшей пользы, приносимой его оригинальными опытами и колоссальным трудолюбием, то того, что он уже совершил, было бы достаточно, чтобы поставить его в один ряд с величайшими научными деятелями страны».

Это мнение соотечественника и современника; может быть, он несколько пристрастен? Но вот что писал о Дэви академик В. И. Вернадский: «Хэмфри Дэви — блестящий экспериментатор, физик и химик, охватывающий всю науку своего времени, мыслитель, шедший своим путем и задумывавшийся над проблемами бытия, одаренный глубоким поэтическим пониманием природы, — является одной из самых ярких фигур первой половины столь богатого ими XIX столетия. Дэви оказал огромное влияние на науку своего времени своими лекциями, многочисленными статьями и книгами, блестящими опытами».

Большое значение для утверждения славы Дэви сыграло то обстоятельство, что печатал он свои статьи в журналах, которые тут же прочитывались учеными не только Англии, но и других стран Европы. И поэтому вопрос о приоритете его открытий почти никогда не возникал. Один раз только была попытка со стороны великого Берцелиуса бросить тень на первенство Хэмфри, уличить его в том, что он повторил уже сделанное до него самим шведским ученым. Однако начал этот спор не Берцелиус, а сам Дэви, причем уже спустя много лет — в 1826 году. Ему вдруг

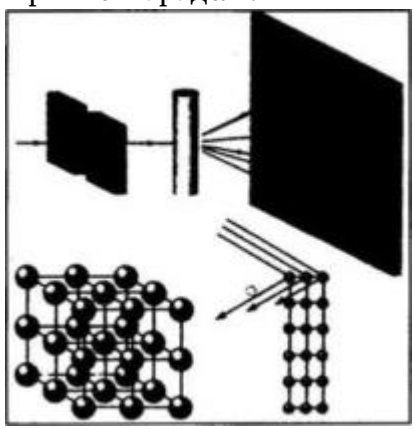
показалось, видите ли, что у него отнимают славу первооткрывателя электрохимической теории, и он в одной из статей, не называя никаких имен, правда, сердито заметил, что делают это «некоторые лица», чьи работы появились позже 1806 года. Поскольку имен не называлось, можно было бы и смолчать. Но Берцелиус поступил прямо-таки по известной поговорке «На воре шапка горит». Он понял, на кого намекал Дэви, и тут же напечатал возражение, ссылаясь на то, что первая его статья на данную тему была опубликована раньше, чем доклад Дэви, — еще в августе 1803 года, и там уже он сформулировал основные положения электрохимической теории, и даже не поленился еще раз их процитировать. Правда, этим он некоторым образом навредил себе: в тексте встречались фразы, которые можно было толковать явно не в его пользу, например, такие: «Я не решаюсь высказать определенное суждение», «Это объяснение не является вполне удовлетворительным» и т. п. Больше всего разозлило Берцелиуса то, что, по его мнению, Дэви не мог не читать этой статьи или хотя бы ее перевода на французский, опубликованного в следующем, 1804 году. Естественно, каждый настаивал на своем, и лишь много позже, уже после смерти обоих ученых, историки науки, исследовав доводы обеих сторон, пришли к выводу, что Дэви все же раньше высказал твердые, вполне определенные воззрения на электрохимию.

Но здесь было о чем спорить — оба ученых печатались в известных научных журналах, за их работами следил весь научный мир. А вот русские ученые, творившие в тот же период, оказались в гораздо худшем положении: они обо всех новых исследованиях знали, а об их работах, печатавшихся, как правило, в русских изданиях и на иностранные языки не переводившихся, никто не знал. И только спустя много лет было обнаружено, например, что натрий и калий, независимо от Дэви, еще в 1803 году получил электролизом щелочей русский химик С. П. Власов, что петербургский профессор В. В. Петров в том же 1803 году, когда Дэви только начал приходить в себя после светских эскапад, производил электролиз окислов и солей различных металлов, исследовал разложение воды электрическим током при низких температурах, а в один из темных вечеров, соединив с батареей Вольты два куска древесного угля и сблизив их, увидел, как он пишет, «весьма яркий, белого цвета свет или пламя, от которого темный покой довольно ясно освещен быть может», получив тем самым впервые знаменитую вольтову дугу, открытую Дэви только в 1810 году. Но об открытии Дэви узнала сразу вся Европа, а «Известие о гальванических опытах, которые производил профессор физики Василий Петров посредством

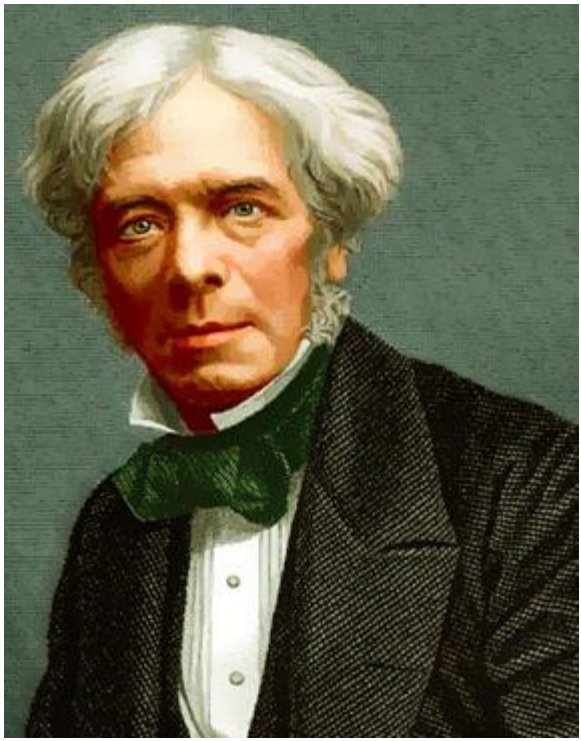
огромной наипаче батареи, состоящей иногда из 4200 медных и цинковых кружков и находящейся при Санкт-Петербургской медико-хирургической академии», напечатанное маленьким тиражом, оставалось неизвестным даже для многих русских ученых и было случайно обнаружено в библиотеке лишь какое-то время спустя.

И это, кстати, не первый и не последний случай; аналогичная судьба постигла работы великого Ломоносова — их пришлось заново открывать в пыли архивов через несколько столетий.

Конечно, все эти огорчительные для нас обстоятельства ничуть не умаляют заслуг самого Дэви — он в этом не виноват. Он очень много сделал для химии, даже к 1808 году. Но любопытно, что, когда спустя много лет, после новых открытий, после изобретения знаменитой шахтерской безопасной лампы и вольтовой дуги, после избрания на пост президента Королевского общества — высшей почести, какой может удостоиться английский ученый, его спросили, какое же открытие было самым значительным в его жизни, Дэви ответил: «Самым великим моим открытием было открытие Фарадея».



Глава 8. Открытие электромагнитной индукции и двух законов электролиза



Майкл Фарадей 1791–1867

Впервые Дэви узнал о существовании некоего Майкла Фарадея в конце 1812 года. Обстоятельства знакомства были несколько необычны для знаменитого ученого, привыкшего к определенным условностям в отношениях между людьми. В Англии вообще не принято обращаться к человеку, которому ты не представлен. А тут вдруг Дэви получает письмо от совершенно незнакомого лица, причем от какого-то переплетчика, который возомнил о себе бог знает что: «Я желаю совершенно оставить ремесло и поступить на службу науке, которая делает своих поборников настолько же добрыми, насколько ремесло злыми и себялюбивыми…» Вместе с письмом Дэви получил роскошно переплетенный том, где на 380 страницах обнаружил конспект своих последних четырех лекций, снабженных аккуратными рисунками.

Что ответить на такое письмо? Дэви ничего не знал об

адресате, не знал, что его тяга к наукам не прихоть, а призвание, что, работая еще учеником переплетчика, Майкл посещал публичные научные чтения и аккуратно записывал все, что слышал; Дэви не знал, что, для того чтобы попасть на его лекцию, вернее, на последние четыре лекции, Майклу пришлось одалживать деньги на билеты; он не знал еще также и того, что до него, до Дэви, Фарадей послал аналогичное письмо ни больше, ни меньше, как Джозефу Бэнксу, президенту Королевского общества, ну и, естественно, никакого ответа на него не получил; единственное, что Хэмфри мог понять из письма, так это то, что юный корреспондент не имеет сколько-нибудь серьезного образования, что он выходец из простых слоев общества, что он готов на любую работу, лишь бы уйти из переплетной мастерской, хотя, судя по присланному тому, свое ремесло знает хорошо.

В первый момент Дэви даже не знал, что ответить и стоит ли отвечать вообще. Через несколько дней, зайдя по дороге в институт к своему приятелю, он показал ему письмо и спросил совета, что делать. Приятель посоветовал дать просителю место мойщика посуды; если он согласится, наука действительно влечет его, если отклонит предложение — туда ему и дорога.

Дэви все же не принял такого совета, уж слишком он жесток по отношению к человеку, который, может, и впрямь прирожденный ученый. Поэтому он решает ответить Фарадею, но в весьма туманной, ни к чему не обязывающей форме:

«Сэр! Мне чрезвычайно понравилось доказательство вашего доверия ко мне, которое к тому же свидетельствует о большом прилежании, хорошей памяти и внимании. Сейчас я вынужден уехать из города и вернусь не ранее конца января. Тогда я охотно готов повидать вас в любое время. Мне доставит удовольствие, если я смогу быть вам полезным; я хотел бы, чтобы это было в моих возможностях.

Готовый к услугам — Х. Дэви».

В начале года, когда Дэви вернулся в Лондон, они встретились. Однако «готовый к услугам» ученый, как вспоминает Фарадей, «предупреждал меня не бросать прежнего места; он говорил, что наука — особа черствая, что она в денежном отношении лишь скупо вознаграждает тех, кто посвящает себя служению ей».

Вероятно, он просто решил несколько попугать Фарадея, испытать его целеустремленность, потому что в следующие месяцы стал хлопотать о том, чтобы Фарадея приняли на работу, и даже специально освободил место в своей лаборатории.

1 марта 1813 года, в день поистине счастливый для науки, в

протоколе заседания руководства института появилась следующая запись: «Сэр Хэмфри Дэви имеет честь уведомить дирекцию, что он нашел человека, которого желательно назначить на должность. Его имя — Майкл Фарадей. Он молодой человек, 22-х лет. Насколько мог узнать или заметить сэр Хэмфри Дэви, он вполне годен на это место. У него, по-видимому, хорошие навыки, деятельный и живой нрав и разумное поведение… Постановили: Майклу Фарадею разрешить занять должность».

Условия были не ахти какие, материально даже хуже, чем у квалифицированного переплетчика, да и работы много — и ассистент, и служитель. Но Фарадей был счастлив — он вступил в храм науки.

Через десять лет он станет полноправным жрецом этого храма, его изберут членом Королевского общества; через восемнадцать он сделает открытие, обессмертившее его имя, — обнаружит электромагнитную индукцию, из которой выйдет вся современная электротехника; через сорок четыре года его будут просить стать президентом Королевского общества, а он откажется, сказав, что «хочет остаться до конца жизни просто Майклом Фарадеем». Он и остался им.

Его имя увековечено не только в истории физики и химии, не только самим фактом существования электрических машин, но и в двух физических единицах, и это редкий случай: великие физики, да и то не все, удостаивались чести дать свое имя в лучшем случае какой-нибудь одной единице измерения, а именем Фарадея названы и единица электролитической емкости — фарада, и число, определяющее величину электрического заряда в электролите, переносящего одну грамм-молекулу вещества — число Фарадея.

Интересно, как не похож ученик на учителя. Дэви радовался каждому новому званию: секретаря Королевского общества, потом его президента, званию рыцаря, дающему право именоваться сэром, званию баронета, позволяющему это право наследовать потомкам, я уж не говорю о более скромных почестях и подарках. Фарадей же — прямая противоположность ему. Он последовательно отвергал все награды, включая и рыцарское звание, и только признание зарубежных коллег — чисто научные символы славы в виде членства в иностранных академиях, в том числе и Российской, — принимал с удовольствием, а в конце жизни даже переплел собственноручно все дипломы в солидный том.

Только один раз в жизни сделал он исключение из правила, когда решил добиться почетного у себя в стране звания — члена

Королевского общества. Да и то потому, что оно давало научную свободу, уменьшало зависимость от ставшего деспотичным учителя.

На этой истории стоит, быть может, остановиться чуть подробнее — она проливает свет на искренность Дэви, когда он говорил о своем «главном открытии».

Фарадея выдвинули в кандидаты на голосование 1 мая 1823 года. К этому времени он еще не сделал самого основного открытия своей жизни, иначе ни о каких трудностях не было бы и речи. Правда, Фарадей уже достаточно преуспел в науках, главным образом в химии, и того, что им уже было сделано, посчитали достаточным, чтобы выставить его кандидатуру. 29 членов общества подписали следующее заявление: «Мистер Майкл Фарадей, джентльмен, отлично знающий химию, автор многих сочинений, напечатанных в „Трудах Королевского общества“, желает вступить в члены этого общества, и мы, нижеподписавшиеся, на основании личного знакомства рекомендуем его как лицо, безусловно достойное этой чести, и полагаем, что он будет полезным и, ценным членом общества».

По традиции это заявление читалось на десяти заседаниях подряд перед выборами. И тут началось что-то непонятное. Вокруг имени Фарадея поднялась возня не совсем деликатного свойства. Сначала его обвинили в том, что он якобы украл чужую идею; Фарадей ужасно переживал из-за этого, наконец встретился с ученым, с которым его столкнула молва, они объяснились и рассеяли недоразумение. Но это была устная беседа, а намек на плагиат был напечатан в журнале. Причем не кем-нибудь, а самим Дэви. Пришлось Майклу браться за перо и писать опровержение. Его напечатали: редакция просила читателей не принимать во внимание пять строк отчета о докладе сэра Хэмфри Дэви, поскольку они являются неправильными. Но о каких именно строках шла речь, прямо не говорилось. Травля после этого не уменьшилась. Создавалось впечатление, что какая-то группа ученых не хочет видеть в своих рядах бывшего переплетчика. Самое удивительное для нас и обидное для Фарадея, что во главе этой группы стоял его учитель, в то время президент Королевского общества. По всей вероятности, у него были свои, иные причины не желать этого избрания.

Прежде всего его задело, что Фарадей, опубликовав в 1823 году две или три работы, посвященные химическим проблемам, которыми занимался и Дэви, не сослался в них на своего шефа или, во всяком случае, сделал это слишком робко; сам президент за весь год напечатал всего одну статью. Его самолюбие было задето, и, может быть, в какой-то мере не без основания, но не

настолько все же, чтобы из-за этого желать зла своему недавно еще любимому ученику.

Другая же причина, главная, наверное, — извечная ревность или зависть стареющего учителя к молодому, блестящему, быстро продвигающемуся вперед ученику. К этому времени научная деятельность самого Дэви заметно поубавилась, все меньше идей стали связывать с его именем и все больше — с именем Фарадея. Вероятно, глава английских ученых тяжело переживал это обстоятельство и, не в силах уже ускорить свое продвижение, старался замедлить рост соперника. Иначе, чем же можно объяснить весьма постыдный для Дэви разговор, состоявшийся у него с Фарадеем перед самыми выборами, где он прямо предложил ему взять назад свое заявление. Майкл не без резона заметил на это, что не он подал заявление. «А вы заставьте ваших покровителей взять его», — настаивал Дэви. Фарадей вновь возразил: они не послушают его. Тогда Дэви, видимо потеряв всякий контроль над собой, сказал, что сам, как президент, вернет это заявление. Фарадей ответил весьма достойно, с глубокой иронией, что «уверен в любых действиях сэра Хэмфри, направленных на благо Королевского общества».

В конце концов Дэви одумался или понял, что окажется в меньшинстве, а это еще больше ударило бы по его самолюбию как президента, и он счел за благо снять свои возражения. За президентом последовали и другие противники Фарадея, и в январе 1824 года он был избран практически единогласно, против был подан только один голос.

После этого случая отношения между Фарадеем и Дэви вновь наладились, и оба неоднократно высказывали публично знаки уважения друг другу. А что при этом думали на самом деле, неизвестно. Фарадей, вероятно, был искренен; он хоть и был глубоко принципиальным человеком, но добрым и сдержанным. Да и впрямь было бы странно и несправедливо, если бы эти два ученых, так тесно связанные общими работами, жизнью, вдруг разошлись навсегда. Дэви очень много дал Фарадею, и тот никогда не отрицал этого, и многие работы Майкла как бы логически вытекали из работ или идей Дэви. Таковы, в частности, и два закона электролиза, открытые Фарадеем в 1833 году, когда Дэви уже не было в живых. Фарадей пришел к ним, опираясь, как он сам писал, на «замечательную теорию, предложенную сэром Хэмфри Дэви и развитую Берцелиусом и другими выдающимися учеными, согласно которой обычное химическое сродство является следствием электрического притяжения между частицами вещества».

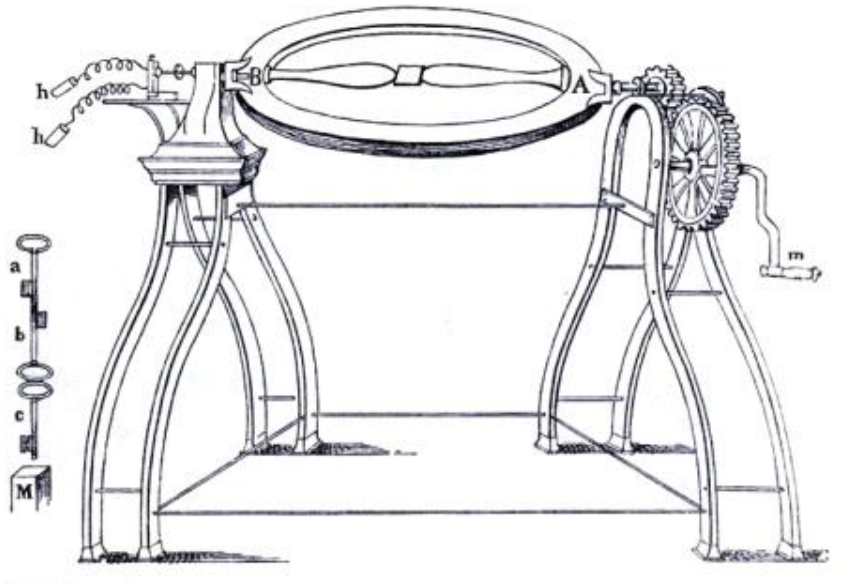
Предшественники Фарадея, исследуя процесс электролиза,

говорили о качественных изменениях, происходящих в растворе, но каковы количественные закономерности? Их-то и установил Фарадей. Законы Фарадея можно найти в любом учебнике, они понятны каждому из нас, и кажется даже странным, как это никто до него, в первую очередь Дэви, не догадался их сформулировать. Первый закон гласит: количество разложенного при электролизе вещества увеличивается пропорционально силе тока и времени его прохождения. Второй закон: количества выделенных на электродах веществ пропорциональны их химическим эквивалентам.

Эти законы оказались очень важными для дальнейшего развития науки. Дело не только в том, что они давали возможность вести количественные расчеты, — они помогли прийти к выводу об электрической природе материи и об атомном строении электричества, на которых зиждется все современное материалистическое естествознание.

Этим Фарадей внес свою лепту в давнишний спор о природе гальванического электричества, идущий уже тридцать лет между сторонниками Вольты, утверждавшего, что электричество в его столбе возникает вследствие прикосновения разных металлов, и химиками, убежденными, что дело здесь в химических процессах, происходящих в столбе. Долгое время авторитет Вольты довлел в споре, но постепенно новые факты вызвали сомнение в справедливости такого суждения, хоть и исходило оно от самого автора столба.

Фарадей не мог оставаться в стороне в этой дискуссии и 7 апреля 1834 года представил Королевскому обществу мемуар «Об электричестве вольтова столба», где описал несколько опытов, убедивших его, что в столбе источником электричества служат химические силы. В это время авторитет Фарадея был уже очень высок, и его суждение сыграло существенную роль в утверждении истины.



«Земно-электрическая машина» (1845 г.) Луиджи Пальмьери. В желобок эллиптической рамы уложено 210 витков медной проволоки, концы которой соединены с металлическими цилиндрами h, h. Если ось вращения машины расположена перпендикулярно магнитному меридиану, при быстром вращении катушки возникает индуктивный ток, вызывающий физические, физиологические и химические действия.

Проглядывая сегодня любую книгу по электролизу, даже самую популярную, любой учебник, даже школьный, сталкиваешься и еще с одним вкладом знаменитого физика Фарадея в электрохимию. Это он придумал все названия, которые мы произносим, описывая процесс электролиза: электрод, анод, катод, электролит, ионы. Вспомните, как сложно и путано объясняли наблюдаемые процессы Вольта, Никольсон, Дэви — я умышленно не вводил в их описания современных терминов. А ведь там речь шла о самых простых явлениях. Представляете, каково было бы современным электрохимикам, если бы не труд Фарадея! 9 января 1834 года он представил Королевскому обществу очередной мемуар «Об электрохимическом разложении», где предлагал ввести новую терминологию. Так, жидкости, которые под действием тока разлагаются на отдельные части и начинают проводить электричество, он предлагает назвать «электролиты»; по-гречески это значит «разлагаемый электричеством». Части, на которые распадается электролит, следует назвать «ионы», то есть «путешественники». Те ионы, которые идут к отрицательному полюсу батареи, надо именовать «катионы», а сам полюс — «катод», что значит «путь вниз», «путь

заходящего солнца». Другая часть ионов получила название «анионы», а электрод, к которому они путешествуют, — «анод», то есть «путь вверх», «путь восходящего солнца».

Новые предложения оказали огромную услугу всем электрохимикам, помогли обрести им единый язык, без которого невозможно сколько-нибудь серьезное международное сотрудничество.

Так, через тридцать четыре года было закончено сооружение фундамента новой науки — электрохимии. Начатое в самом начале XIX века Вольтой, открывшим новый способ получения электричества, но не понявшим его природу, продолженное через несколько месяцев Никольсоном и Карлайлом, обнаружившими новое свойство электрического тока, но не сумевшими его истолковать и использовать, оно было завершено блестящими исследованиями Хэмфри Дэви и Майкла Фарадея.

Их жизнь и творчество были тесно переплетены, у них было много общего во взглядах на науку и разного во взглядах на жизнь; их научные интересы были чаще всего разные — Дэви раньше начал и многое успел сделать еще до появления Фарадея, и к тому же он так и остался химиком, а Фарадей снискал себе наибольшую славу как физик, хотя и числился в Королевском институте профессором химии. Неодинаковым было и их положение в научном мире. Дэви всегда подавлял Фарадея своим авторитетом, знаменитостью, а когда Фарадей стал знаменит, Дэви уже не было в живых, и сочлись славою они уже заочно.

Но был в их жизни один день, когда они оба почувствовали себя почтительными учениками. Это было 17 июня 1814 года в Милане.

Тому знаменательному для обоих ученых дню предшествовало много волнующих событий.

Фарадей только первый год работал ассистентом Дэви, и вдруг профессор пригласил его в путешествие по Европе, точнее, в научную командировку. Правда, был маленький нюанс в этом приглашении. Вначале Фарадей не придал ему особого значения, но впоследствии от него немало пострадало самолюбие и гордость Майкла. Дело в том, что Дэви пригласил Фарадея вместо неожиданно заболевшего лакея. Вначале обговорено это было совсем иначе: Фарадей, ассистент и секретарь профессора, дал согласие поехать с Дэви и его женой, чтобы помочь им подыскать слугу в Париже. Однако у леди Джен и сэра Хэмфри были чересчур высокие требования к кандидатам на эту скромную должность: слуга должен был, как писал Фарадей своему другу, «говорить по-английски, по-французски и немного по-немецки». Естественно, что Дэви не нашли такого человека ни во Франции,

ни в Италии и не имели другого слуги, кроме Майкла. Сам Дэви был весьма любезен со своим секретарем и старался не очень обременять его просьбами личного характера, но леди Джену нее, увы, был другой нрав, она заставляла будущего величайшего физика заведовать денежными расходами семьи, командовать прислугой в отелях, следить за покупкой продуктов. Конечно, это оскорбляло гордого Фарадея, он не для того оставил переплетную мастерскую, чтобы стать мальчиком на побегушках у своевольной светской дамы. А она, вероятно, не понимала, что делает, как, впрочем, не понимала, что своим характером мешает и научным занятиям мужа. Она серьезно отвлекала его от науки, и, может быть тут совпадение, но после женитьбы в творчестве Дэви начинается заметный спад. Кстати, и кончилось все, как и должно было кончиться: они под конец практически расстались, и умер 52-летний ученый один в Женеве, так и не дождавшись приезда жены.

Но тогда, в 1813 году, Дэви только вступил в брак и еще не почувствовал черствости ее характера, он был влюблен, слеп, близорук, как и положено молодожену. А Фарадей, человек сторонний, увидел все недостатки леди Джен.

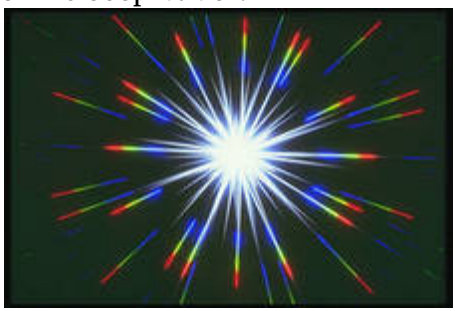
Но даже все неприятности, о которых он много писал тогда домой и которые отравили его путешествие, в общем-то очень полезное для образования и знакомства с научным миром, — даже все эти страдания не могли испортить день 17 июня, когда в Милане профессора Дэви и его ассистента навестил Алессандро Вольта.

Тогда, в тот день, Майкл, естественно, не мог понять значение этой встречи, он только оставил запись в дневнике: «Сегодня я видел Вольта, который пришел к Дэви. Это крепкий пожилой господин; носит красную ленту. В обращении с людьми держит себя очень непринужденно». Конечно, не такой была бы эта запись, если бы Фарадей уже узнал к этому времени, сколь много дал и даст науке Вольта своим изобретением, да не вообще науке, а и Дэви, и ему самому. Ведь именно с помощью столба, изобретенного вот этим «крепким пожилым господином», он сам придет ко всем своим великим достижениям, открытиям.

Это была на редкость символическая встреча: трое ученых, связанных преемственностью открытий. На ней, правда, могли бы присутствовать еще три человека, по формальным причинам составившим два звена этой великой цепи: Гальвани, а также Никольсон и Карлайл. Но Гальвани уже не было в живых, а двум англичанам, право же, было не место на этом свидании. Слишком близорукими они оказались, чтобы стать на одну ступень с великой троицей; а одного счастливого случая, одной нежданной

находки, легко обнаруженной и так же легко забытой, недостаточно, чтобы иметь право называться великими учеными.

Другое дело, что, состоись эта встреча чуть позже, на ней могли бы присутствовать и другие ученые, потому что цепь открытий, сделанных с помощью вольтова столба, в том числе и случайных, на этом не оборвалась.



Глава 9. Открытие электромагнетизма

Ганс Христиан Эрстед 1777–1851

В августе 1820 года все более или менее известные европейские физики, все научные общества и редакции физических журналов получили небольшую, писанную по-латыни брошюру. На обложке стояло ничего не говорящее название «Опыты по влиянию электрического тока на магнитную иглу» и мало что говорящая фамилия автора — Эрстед.

Если бы каждый из ученых мог знать, что, кроме него, эту же брошюру держат в руках практически все европейские физики, ее стали бы читать тут же, как только вскрыли конверт. Потому что необычный способ информации означать мог только одно: случилось что-то необыкновенное.

А необыкновенное и впрямь случилось. Причем необыкновенным здесь было все: и само открытие, и то, как оно было сделано, и даже то, что ничего необыкновенного в нем, как тут же выяснилось, не было.

Но начнем по порядку.

В 1806 году адъюнкт кафедры фармацевтики Копенгагенского университета Ганс Христиан Эрстед, 29 лет от роду, осуществил свою заветную мечту — получил звание профессора. Но не на своей кафедре, входившей в состав медицинского факультета, а на другой — на кафедре физики. Объяснялось это тем, что, знакомясь с научными лабораториями Европы во время своей

двухгодичной командировки. Эрстед почувствовал большую склонность к наукам физическим и химическим и по возвращении в Копенгаген стал с усердием читать лекции именно по этим двум дисциплинам.

Второе научное путешествие, тоже двухгодичное, еще более сблизило его с физикой и химией, он смог лично ознакомиться со многими выдающимися достижениями того времени, в частности с работами Вольты. Вернувшись в 1813 году в Данию, Эрстед продолжил преподавание физики, и никаких особо важных сведений о его деятельности того периода не имеется, из чего можно сделать вывод, что ничего особо интересного он в те годы и не сделал. Хотя после ему пришлось не раз доказывать, что и до этого времени его уже посещала одна новая, необычная идея и он работал над ее экспериментальным доказательством, но, мол, безрезультатно до июня 1820 года, когда удача наконец посетила его скромную лабораторию. Так это или не так, у нас еще будет случай обсудить — вместе с коллегами Эрстеда, которые делали это с немалым рвением.

Пока же будем придерживаться точно известных фактов. А они говорят о том, что до мая 1820 года Эрстед занимался тем, что изучал возникновение тепла под действием электрических разрядов. А если сказать проще, он соединял полюсы вольтовой батареи проволокой, наблюдал, как она нагревается, иногда даже раскаляется докрасна, и раздумывал, что же при этом происходит с электричеством. Ход его мыслей, как он сам излагал его, был следующий. Раз проволока соединяет противоположные полюса, значит, в ней смешиваются каким-то образом противоположные заряды. Ну хорошо, смешались они, а дальше что? Совсем исчезнуть они вроде бы не могут, но вместе с тем собственно электрических проявлений тоже не заметно. Не значит ли это, думал Эрстед, что электричество переходит в какую-то иную форму? И не следует ли отсюда, что этот скрытый вид электричества, заключенный в раскаленной проволоке, может оказать какое-нибудь действие на магнит?

Сейчас такие рассуждения покажутся наивными даже семикласснику: чего ж тут думать, ясное дело — окажет. Но не забывайте, что тогда слова «электро» и «магнит» писались порознь и понимались порознь и между собой никак не связывались, и поэтому даже мысль о том, что такая связь может существовать, пусть и в неизвестно еще какой форме, уже была революционной.

И вот эта новаторская мысль, взрывающая всю тогдашнюю физику, и посетила скромного датского профессора где-то перед 1820 годом — по словам самого скромного датского профессора.

Я не призываю безоговорочно довериться им, ибо существуют воспоминания его ассистента, где утверждается вовсе иное, а именно: что влияние электричества на магнит профессор увидел совершенно случайно на лекции, когда демонстрировал своим слушателям вольтов столб, а рядом лежала магнитная стрелка, а уж только после этого случая его посетила та самая новаторская мысль. Различие существенное: в одном случае ученый выдвинул гипотезу и должен был ее доказать, в другом — он случайно наблюдал, экспериментальный парадокс и должен был выдвинуть теорию для его объяснения.

Кто прав, где истина, сейчас трудно установить. Если бы Эрстед действительно выдвинул новую гипотезу, причем не просто новую, а гениальную, означающую новую эру в физике, он должен был, как всякий разумный человек, я уж не говорю — тщеславный, эту мысль тут же попытаться каким-то образом доказать. А этого-то он как раз и не сделал. Сам признался потом: «Я не преследовал задуманную идею с тем рвением, какого она заслуживала». Возможно, тогда ему, помимо всего прочего, еще и неясно было, чего она заслуживает. Он пишет, правда, что высказал ее как-то перед студентами, но потом забыл. Странная забывчивость, если подумать, о чем идет речь. И лишь весной 1820 года, когда он читал курс по гальванизму, электричеству и магнетизму, кто-то из учеников якобы напомнил ему о его идее. И только тогда уж он решил взяться как следует за ее экспериментальное доказательство. Но, вы скоро убедитесь, именно как следует он этого и не сделал.

Мне кажется, тут возможна и третья версия: Эрстед и впрямь предчувствовал новое открытие, устанавливающее связь между электричеством и магнетизмом, и, возможно, действительно говорил об этом студентам, но не знал, как это доказать. Ведь умение построить эксперимент требует не меньшей проницательности, чем создание умозрительной гипотезы. А не зная, как доказать, не приступал к экспериментам, ограничивался только размышлениями на эту тему. А счастливый случай на лекции указал этот скрытый путь. И тогда уже все завертелось, закрутилось.

По записям самого Эрстеда трудно судить о последовательности его действий. По его словам, когда ему напомнили о забытой идее, он сразу решил проверить ее в опыте. Он пишет, что приготовления к нему сделал в тот день, когда собирался читать очередную лекцию, она должна была состояться вечером следующего дня. В чем заключалось приготовление, тоже неясно. Судя по теме той лекции, никаких особых приготовлений и не требовалось. Вечером Эрстед собирался демонстрировать

влияние грозы на магнитную стрелку (был май, месяц гроз), а также некоторые опыты с участием вольтова столба. Следовательно, всё, что потребовалось для открытия электромагнетизма — источник электричества, провод, по которому оно течет, и магнитная стрелка, — всё, это вечером стояло на демонстрационном столе. Тем не менее Эрстед утверждает, что на той лекции он решил продемонстрировать слушателям свою идею в действии. Он поместил между проводами, идущими от полюсов батареи, тонкую платиновую проволоку, так как ему казалось, что наибольший эффект должен произойти, если провод раскален, а под проволоку поместил магнитную стрелку. Стрелка и впрямь качнулась, как и надеялся ученый, но столь слабо, что он не посчитал этот опыт удачным и отложил свою затею до другого времени, когда, как он пишет, «надеялся иметь больше досуга». Странное признание. Что-то здесь не так. Или в тот вечер стрелка шевельнулась только в воображении Эрстеда, или он еще не понимал, что означает этот поворот — поворот в науке, — иначе было бы логичнее не откладывать опыт почти на месяц, а отложить лекцию и повторять, повторять эксперимент весь вечер, всю ночь.

Вместо этого Эрстед спокойно дочитал лекцию, спокойно отправился домой и так же спокойно на другой день приступил к ежедневным обязанностям. И только в начале июля повторил неудавшийся опыт, на этот раз, правда, вполне удачно. И тогда меньше чем за три недели он выполнил все свое знаменитое ныне исследование, выполнил тщательно, досконально, и так же обстоятельно и досконально описал открытое явление, и не по-датски, а по-латыни, и не в одном экземпляре, а в десятках, и к 21 июля все было кончено.

Как-то странно все: сначала неторопливая многомесячная раскачка, а потом вдруг бешеный, двухнедельный рывок. По-моему, это может иметь только одно объяснение: в какой-то день Эрстед должен был заметить нечто, изменившее отношение его к планам, развязавшее его инициативу, и наиболее вероятным кажется здесь как раз то случайно увиденное явление, о котором писал его ассистент.

Эти умозаключения, слегка смахивающие на детективные, кажутся, быть может, слишком сложными, но они покажутся совсем простыми, когда мы вслед за физиками пустимся в еще более глубокое расследование обстоятельств, предшествовавших открытию Эрстеда. Потому что после некоторого молчания, вызванного, вероятно, проверкой необыкновенного феномена, сообщенного датским физиком, во всех физических лабораториях поднялся настоящий ураган, в котором ясно различались крики о

том, что Эрстед свою работу не только открыл случайно, но еще и украл.

Чем не детектив?

Но прежде чем пуститься его распутывать, ознакомимся с тем, из-за чего, собственно, разгорелся весь сыр-бор. Если говорить в двух словах, то Эрстед сообщил, что он наблюдал, как гальванический ток, идущий по проводу с севера на юг, отклоняет находящуюся под ним магнитную стрелку на запад; а если стрелка подвешена над проводом, то — на восток. В брошюре это сообщение занимало, конечно, больше места, оно состояло примерно из десяти параграфов, где давалось детальное описание эксперимента и всех его вариаций, с тем чтобы каждый мог легко все повторить. Помимо самого явления, Эрстед, несмотря на спешку, успел установить некоторые закономерности, сопутствующие «электрическому конфликту» — так он поначалу назвал открытое им проявление электромагнетизма.

В частности, он отметил, что величина отклонения стрелки зависит от ее удаленности от провода и от силы вольтова столба; а материал, из которого сделан провод, значения не имеет. Далее было отмечено, что новая неведомая сила легко проходит сквозь преграды — металлические, деревянные, стеклянные. Чтобы физики легко запомнили, куда что отклоняется, Эрстед выводит формулу: «Полюс, над которым вступает отрицательное электричество, поворачивается на запад; полюс, под которым оно вступает, поворачивается на восток». Правда, оказалось, что усвоение самой формулы ненамного легче, чем описание всего опыта; некоторые физики даже назвали избранную им формулу неудобной и нецелесообразной. Если сравнить ее с правилом, приведенным в современном учебнике, то можно согласиться с такими определениями.

И еще в одном Эрстед нечаянно напутал сам и запутал тем самым коллег: он утверждал, что для получения «электрического конфликта» необходимо, чтобы провод был раскален. Вероятно, это заблуждение и вызвало некоторую паузу после получения физиками мемуара Эрстеда, потому что раскалить провод можно только с помощью достаточно мощной батареи, а не у всех ученых таковые имелись. Но как только было обнаружено, что открытое явление происходит даже от двух пластин батареи, работы по электромагнетизму хлынули потоком.

Повторилась та же история, что и с открытиями Гальвани и Вольты; как и тогда, новое открытие чрезвычайно просто проверялось: каждый, кто мог сделать вольтов столб и достать намагниченную иглу или компас, был в состоянии наблюдать невиданное доселе явление. «Электромагнитная лихорадка»

захватила даже неспециалистов, все играли в новую игрушку, это стало модным, и даже ученые, хладнокровные ученые, оказались вовлеченными в общий психоз и, забросив все дела, занялись воспроизведением опыта Эрстеда.

И вот тут среди общих возгласов восторга вдруг прозвучал первый ехидный вопрос: позвольте, а кто сказал, что открытие господина Эрстеда действительно открытие? Влияние электричества на магниты давно открыто итальянцами Можоном и Романьози, еще в 1802 году.

Тут все физики несколько остолбенели, вроде как в заключительной сцене «Ревизора», а опомнившись, бросились в библиотеки и стали лихорадочно листать физические журналы, трактаты, брошюры. И что же? В трактате уже известного нам племянника Гальвани синьора Альдини «О гальванизме», изданном в Париже в 1804 году, и в «Руководстве по гальванизму», написанном неким Изарном, и вправду говорилось о работах двух итальянских ученых, наблюдавших влияние электричества на магнит.

Джузеппе Можон, профессор химии в Генуе, оказывается, вставлял тонкие швейные иглы между полюсами вольтова столба, держал их так двадцать дней, а потом вынимал уже намагниченными. А адвокат из Триеста Джан Романьози, несколько пышно названный физиком, еще в августе 1802 года, манипулируя со столбом, только что изобретенным его соотечественником, пытался отклонять магнитную стрелку проводом, идущим от батареи, и вроде бы она отклонялась, хотя, скажу честно, читая это описание, я так и не понял, отчего она отклонялась и почему не возвращалась обратно, когда Романьози убирал провод. Но как бы то ни было, нечто похожее на то, что сообщил Эрстед в 1820 году, действительно было опубликовано шестнадцать лет назад, и это дало повод многим физикам обвинить датского ученого в плагиате. В связи с этим, обвинение в меньшем грехе, в случайности было просто отброшено: одно из двух — украл или нашел.

И чтобы не показалось, будто я несколько сгущаю краски, скажу, что спор этот растянулся по времени лет на сорок, а по масштабам — на всю Европу, от Франции до России.

В чем уличали Эрстеда? Какими «уликами» располагали его обвинители? Работы итальянских ученых были опубликованы сначала в самой Италии, но Эрстед мог их не читать в оригинале; так ведь они были переведены на французский, причем еще в 1804 году, а Эрстед был в Париже дважды, в 1803-м и 1813-м. В первый раз, допустим, говорили обвинители он не мог видеть эти работы, но во второй приезд — вполне: он же занимался

гальванизмом и брошюры — по гальванизму. Кто ж поверит, что он не читал их? Ясное дело, читал. И умолчал об этом. И приписал все себе. Так вот, дорогой господин Эрстед, делали вывод все те же обвинители, нехорошо получается.

Если бы все было на самом деле так, то действительно получалось нехорошо. Даже совсем плохо: уличение в плагиате для ученого — конец. Но ревнители научной нравственности в полемическом пылу упустили из виду некоторые детали, которые, как мы хорошо знаем по детективным романам, часто играют важную роль.

Среди физиков нашлось немало людей, которые, подобно Шерлоку Холмсу, комиссару Мегрэ или Эркюлю Пуаро, занялись сопоставлением этих самых мелочей, чтобы установить истину. В числе наиболее проницательных расследователей «дела Эрстеда» был русский академик И. Гамель.

Предположим, что Эрстед и вправду читал эти работы еще в 1804 году, с того времени, как он стал заниматься электричеством. Но как тогда понять тот факт, что в своей книге «Взгляд на химические законы», написанной в 1812 году, он говорит о тождестве электричества и магнетизма, но почему-то не приводит в доказательство ни единого опыта. А ведь по логике вещей, провозглашая новую теорию, он должен был бы сослаться на эксперименты Можона и Романьози — они ведь единственные подтверждали его правоту. Это первая накладка.

Теперь вторая. Предположим, Эрстед решил умолчать о работах итальянцев и выдать их за свои. Но почему он не сделал этого раньше? Чего ждал шестнадцать лет? Чтобы кто-нибудь другой наткнулся на эти работы и повторил их раньше него? А если уж и ждал столько времени — обдумывал, размышлял, — то почему, решившись наконец опубликовать свою работу, привел свои наблюдения и выводы в такой неудобной форме, явно свидетельствующей о крайней поспешности? Поспешность после шестнадцати лет осторожного молчания — помилуйте!

И, наконец, последнее. Если бы Эрстед был плагиатором, какой резон был ему отказываться от версии случайного открытия? Зачем он с таким упорством доказывал, что думал об этом давно, зачем упоминал свою работу 1812 года, изданную в Париже, где он приводит эту мысль? Чтобы напомнить оппонентам, что он уже был в Париже и читал там трактаты по гальванизму? Это же абсурд! Ведь даже самый неискушенный читатель детективов знает, что преступник нередко специально берет на себя вину за более мелкий проступок, чтобы избежать следствия по основному своему делу. Эрстед, конечно, не преступник и, конечно, мог и не читать романы данного жанра,

но логика — качество, свойственное каждому ученому, — должна была бы подсказать ему выход из щекотливого положения, если он считал его действительно щекотливым; согласись со случайностью, признай: да, совершенно случайно обнаружил, тогда уж никто не сможет сказать, что он это открытие где-то у кого-то вычитал. Но вместо этого Эрстед, явно вредя себе, продолжает настаивать, что он работал над электромагнетизмом давно, но безуспешно.

Отсюда можно сделать только один вывод, и Гамель делает его: «При всей моей готовности воздать должное заслугам Романьози, я в приведенных выше фактах не могу найти какого бы то ни было основания приписывать Эрстеду столь отвратительную роль».

К такому же выводу, но в результате иных рассуждений приходит немецкий физик Георг Мунке. Он сообщил свое мнение публично в «Физическом словаре», выпущенное в 1827 году. Он написал там, что не следует приписывать открытие электромагнетизма «упомянутым двум лицам (он имеет в виду итальянцев. — В. А.), так как они не сознавали важности своих наблюдений, не поняли их и не сумели оценить». Что ж, сурово, но справедливо.

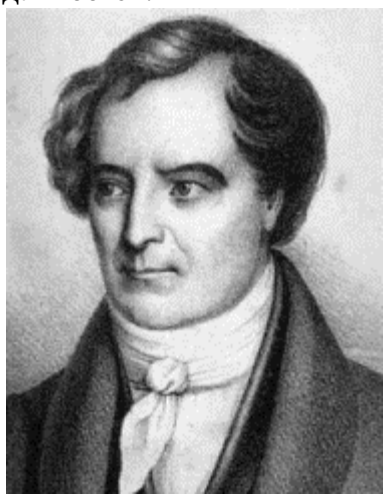
«Физический словарь» был весьма уважаемым изданием, им пользовались многие физики, и с такой формулировкой в конечном счете почти все согласились.

И обвинение Эрстеда в плагиате отпало.

А что касается случайности или неслучайности его открытия, то даже если считать, что счастливая случайность все же имела место, согласитесь, Эрстед сумел ею воспользоваться. В отличие, скажем, от того же Романьози, который хоть и пригрозил в конце статьи от 1802 года, что он еще подробно опишет свои удивительные открытия, но угрозы не исполнил. Говорят, что этому помешали его успехи на юридическом поприще: в 1802 году он получил кафедру права в Падуе, потом профессорствовал в Парме и Пизе. Что ж, это только подтверждает общее предположение — он не понял значения того, что увидел. Иначе, догадайся он, что за открытие стоит на пороге его дома, какая слава ждет его, не соблазнился бы меньшим, но сиюминутным успехом. Кстати, в 1817 году он оставил профессуру и стал, как говорили в старину, частным лицом, так что у него было еще три года, чтобы доделать начатое, если бы только в недостатке времени было дело. Но, вероятно, он и тогда не вернулся более к своим исследованиям. А может, просто ничего у него не получилось сверх того, что он уже описал. Словом, случай и на этот раз распорядился справедливо: он помог тому, кто этого

вполне заслужил.

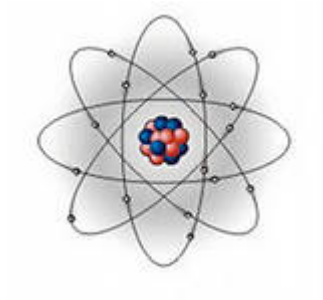
Из того, что я рассказал, не следует делать вывод, что пока одни ученые разбирались, кто сказал «а», все остальные сидели сложа руки и следили за перипетиями заочного следствия. Отнюдь нет! Истинные исследователи, которым сам факт открытия был гораздо важнее суетливой возни вокруг его авторства, не тратили время на досужие домыслы и на ожидание «крови», они устремились по пути, открытому Эрстедом, ибо понимали, что это только начало и что путь длинен, и труден, и полон новых неожиданностей.



Доменик Франсуа Араго 1786–1853

Всем было ясно, что Эрстед торопился опубликовать то, что увидел, и поэтому его наблюдения носили все же несколько поверхностный характер. Во всяком случае, они не устанавливали количественных закономерностей, связывающих электричество с магнетизмом. И это нужно было сделать в первую очередь.

Но сначала, как всегда, последовала серия проверок — не ошибся ли в принципе Эрстед? Нас не интересует, кто первым подтвердил его опыт, хотя это и зафиксировано в анналах физики. Нас должна интересовать вторая демонстрация открытия Эрстеда, которую провел в августе этого же года на собрании натуралистов в Женеве 19-летний физик Август де ля Рив. Потому что на этом опыте случайно присутствовал член Французской академии Франсуа Араго, который, вернувшись в Париж 11 сентября, воспроизвел все увиденное перед членами академии, среди которых присутствовал Андре Мари Ампер — этот уж не случайно, так как состоял членом академии.



Глава 10. Открытие электродинамики

Андре Мари Ампер 1775–1836

Ампер, ученый, сделавший для электротехники едва ли не больше всех своих современников, был человеком очень странным. Многие ученые во все времена имели черты характера, делавшие их притчей во языцех, но Ампер в этом отношении превзошел средний тип рассеянности ученого. Правда, в легендах, которые распространяли о нем, было много домысла, граничащего с клеветой. Но все же, конечно, он был рассеян, предпочитал одиночество, имел неприятную для других привычку простодушно говорить все, что думал.

Будучи близоруким, он мог на лекции спутать тряпку, чем стирают мел, с носовым платком. Однажды, уходя из гостей, он перепутал шляпы и надел вместо своей круглой треугольную, принадлежавшую какому-то важному духовному лицу. Естественно, на другой день он с извинениями отнес ее владельцу. Но все посчитали это не рассеянностью, а обдуманным поступком, имевшим целью завести полезное знакомство. Вот уж чего нельзя было ему инкриминировать! Он не только не заводил таковых, но часто из-за своего откровенного нрава портил даже существующие знакомства.

Андре был чрезвычайно легковерен, и его часто разыгрывали, рассказывая ему совершенно невероятные истории. Он верил им — но не по глупости, а, как тонко заметил один из его друзей,

потому, что легковерие его было плодом воображения и гениальности. В любой несуразности, в кажущейся бессмыслице он машинально находил какой-то смысл, какой-то порядок, какую-то только ему ведомую гармонию. Разумеется, это казалось забавным людям посредственным и завистливым, но именно поэтому не им, а Амперу удалось увидеть новые законы там, где их не видел никто.

Такова судьба почти каждого талантливого человека: над ним смеются, когда он верит умышленным россказням, не имеющим смысла, и в то же время ему не верят, когда он сообщает нечто совершенно новое. Так, например, утверждение Ампера, что человек устроен по закону, общему для всех животных, вызывало в лучшем случае усмешки; его теория происхождения позвоночных животных никем не принималась всерьез, а между тем он в своих предвидениях был недалек от истины.

У Ампера было тяжелое детство, нелегкая юность и одинокое существование даже в период наибольшей славы. Он рано потерял отца, которого казнили во время революции 1793 года. Андре было тогда восемнадцать лет, и эта казнь так потрясла его, что он почти год тяжело психически проболел. Его ничего не интересовало, он равнодушно целыми днями мог смотреть на небо или делать кучки из песка — это он, который еще недавно жадно всем интересовался, который в тринадцать лет прочел все двадцать томов энциклопедии и запомнил их на всю жизнь, потом немало удивляя людей своей поразительной осведомленностью о самых невероятных вещах!

Но постепенно болезнь проходила, Ампер медленно возвращался к жизни, и немало способствовала этому его любовь к природе. Он много гулял, изучал растения, и, кстати, его ботанические наклонности сохранились на всю жизнь, и он иногда даже жалел, что не стал ботаником.

Андре с детства был очень близорук, но не знал этого. Он не ведал, что мир выглядит совершенно иначе, чем он его воспринимает. Ему казалось в порядке вещей, что предметы уже в небольшом отдалении теряют четкие очертания, становятся размытыми. Однажды он ехал в карете с человеком, который был тоже близорук, но носил очки. Вероятно, видя, как щурится молодой человек, он предложил ему надеть свои очки. И то, что увидел сквозь них Ампер — новый, прекрасный, четкий, красочный мир, — так потрясло его, что он расплакался. Наверное, такого рода потрясения не могли не оказать влияния на формирование его характера.

Научные склонности Ампера проявились довольно рано. О ботанических я уже говорил, позже к ним прибавились

математические. Еще в тринадцать лет он представил в Лионскую академию сочинение о квадратуре круга — ему показалось, что он нашел решение старинной задачи о построении квадрата, равного по площади кругу, над которой безрезультатно бились такие титаны, как Архимед, Гюйгенс, Ньютон. В двадцать семь лет он опубликовал в Лионе сочинение по теории вероятностей. Называлось оно «Соображения о математической теории игры». Любопытно, из каких личных соображений взялся Андре именно за эту тему? Сама по себе она очень интересна и актуальна даже на сегодняшний день. Ею занимались в разное время многие математики из склонностей чисто теоретических, а нематематики — из склонностей чисто практических. Дело в том, что она в какой-то мере давала ключ к пониманию карточных и прочих азартных игр, где выигрыш зависит не от умения, а от удачи.

В своей работе Ампер математически доказывает: если два игрока, одинаково состоятельные, собираются играть или держать пари о чем-то, то размер их ставок должен быть пропорционален вероятности исхода. Ежели какое-то событие, за которое бьют заклад, случается в два раза чаще, чем другое, то и ставки должны быть сделаны 2:1. Собственно, это не было откровением ни для ученых, ни для игроков, потому что положение это было сформулировано еще при Людовике XIV двумя великими французскими математиками — Паскалем и Ферма. Но Ампер, оттолкнувшись от общего положения, идет дальше. Первое правило относилось к двум игрокам с примерно одинаковым состоянием; Андре же доказывает, что его можно отнести к случаю, когда богатства игроков или спорщиков неодинаковы, но количество партий или пари между ними столь ограничено, что не может полностью разорить даже самого бедного партнера. Однако стоит количеству игр возрасти, и правило Паскаля — Ферма теряет свою силу. Таким образом, Ампер математически доказывает, что человек, который в азарте готов играть с каждым подряд или с каждым подряд спорить, непременно и неумолимо разорится. И никакое счастье, везение, удача, счастливая звезда не смогут приостановить действие неотвратимых формул.

Пересказ этой маленькой работы Ампера, не принесшей ему особой славы, а заблудшим азартным душам — особого успокоения, я сделал лишь с одной целью: показать широту научных интересов молодого французского ученого; сам он в азартные игры не играл, вообще не был азартным человеком, поэтому данную работу можно рассматривать только как чисто теоретическое исследование.

Но я был неправ, сказав, что ему она не принесла успеха; косвенную пользу он все же извлек: благодаря хорошему

впечатлению, которое она произвела на ученых, Амперу было предложено место в Политехнической школе в Париже. Правда, место довольно скромное — всего лишь репетитора, но все же это уже была столица с ее интенсивной научной жизнью.

Ампер исполнял свои обязанности очень добросовестно, но, как я уже говорил, общее впечатление о нем было несколько подпорчено его странностями, которыми довольно безжалостно пользовались школьники. Их забавляло, что учитель писал не кистью руки, как все, а двигал всей рукой и смешно изгибался при этом. Видя, что их преподаватель из боязни, свойственной всем близоруким людям, пишет покрупнее, чтоб было видно всем, милые детишки стали тут же прикидываться сплошь близорукими и просить, чтобы он писал еще крупнее. Не подозревавший подвоха Ампер дошел до того, что на большой доске писал всего одно слово.

Одновременно с преподаванием Ампер продолжал заниматься математикой, в частности геометрией. Им было опубликовано несколько работ на хорошем научном уровне, и хотя они не делали революции в геометрии, все же дали повод Французской академии избрать в 1813 году молодого ученого на место, освободившееся после смерти великого математика Лагранжа. Многие посчитали замену неравноценной, но через семь лет переменили свое мнение.

Технология научного творчества всегда была и остается загадкой. Почему ученый вдруг избирает одну область деятельности, а не другую? Почему он в какой-то момент видит здесь возможность открытия? И еще десятки аналогичных «почему» приходят в голову, когда знакомишься с жизнью великого ученого, неожиданно свернувшего на новую для него дорогу. Двадцать лет Ампер занимался чем угодно, только не физикой, — ботаникой, психологией, лингвистикой, философией, зоологией, поэтикой, математикой, более всего математикой. А на двадцать первом занялся физикой и за одну неделю сделал в ней больше, чем другие за всю жизнь. Парадокс? На первый взгляд — похоже. Но если проанализировать ситуацию, то окажется, что никаких чудес нет. Если не считать чудом талант Ампера.

Как вы помните, в начале сентября 1820 года академик Ф. Араго вернулся из Женевы, где он наблюдал опыт Эрстеда в исполнении де ля Рива. Вернулся он чрезвычайно возбужденный, ибо только что своими глазами видел рождение новой области физики — электромагнетизма. Он спешил в Париж, думая, вероятно, что и ему удастся внести свой вклад в новую, неизведанную область — и он не ошибся в этом, — и, вероятно,

вовсе не думая, что через несколько дней он станет свидетелем рождения еще одного нового раздела физики-электродинамики. Понимая, что новое открытие вызовет оживленные исследования его коллег, он прикидывал, кого же это заинтересует из членов академии более всего; он мог перебрать в уме десятки имен, и в некоторых он не ошибся, но держу пари, что имени Ампера не было в том списке. Да не только Араго, — никому не могло прийти в голову, что именно Ампер прославит академию и Францию.

Приехав в Париж, Араго не мешкая стал готовиться к показу опыта Эрстеда и на ближайшем же недельном заседании математического отделения академии, 11 сентября, продемонстрировал отклонение магнитной стрелки электрическим током. Демонстрация произвела, как и следовало ожидать, огромное впечатление на собравшихся; ученые мужи, убедившись в правоте и доступности опыта, поспешили в свои лаборатории, дабы приобщиться уже личным участием к новому выдающемуся открытию.

Императорская библиотека и кунсткамера в Берлине.

Неизвестно, скольким из них удалось воспроизвести опыт, вероятно, большинству — ничего сложного для этого не требовалось, — но зато точно известно, что четыре академика сумели пойти дальше Эрстеда. Три из них прибавили к открытию датского физика новые детали, а четвертый поднялся на новую ступень знания, с высоты которой виделись иные, незнакомые горизонты. А за горизонтом человечество ожидала электрическая машина.

Этим четвертым ученым был Андре Мари Ампер. То, что он сумел сделать, вызывает у нас восхищение. Но то, как он сумел

это сделать, — изумление. В истории науки найдется не много примеров, когда открытие новой области, включая постройку прибора, заняло бы всего семь дней. Уже на следующем заседании, состоявшемся 18 сентября. Ампер сообщил собравшимся, что, по его мнению, открытие Эрстеда, безусловно великое, сформулировано автором, как ему. Амперу, кажется, не очень удачно, и он хотел бы надеяться, что правило, которое он сейчас предложит, покажется досточтимым коллегам более приемлемым. Он обозначил это правило как «правило пловца» и сформулировал его следующим образом: «Если мыслить себя плывущим по направлению тока, то есть ток будет идти от ног к голове наблюдателя, и этот последний будет смотреть на стрелку, то всегда отклонится тот конец стрелки, который обращен к северу».

Новое правило сразу же понравилось академикам, как потом, и всем другим физикам, — оно, действительно, было много проще Эрстедовых нагромождений.

Далее, ободренный поддержкой коллег, Ампер высказывается о причинах электромагнетизма. Он приходит к выводу, что Земля потому действует на магнитную стрелку, что в ней самой циркулирует электрический ток, бегущий с востока на запад, а вовсе не потому, что она, как раньше предполагали, — естественный магнит. Это сообщение было встречено заметно прохладнее — оно не вязалось с устоявшимися представлениями, а академики не любят, когда их заставляют менять свои взгляды.

Далее, покончив с рассмотрением опыта Эрстеда, Ампер начинает докладывать о своих собственных опытах. В литературе существует небольшое расхождение по поводу даты, когда это произошло. В одних воспоминаниях говорится, что в тот же день, 18 сентября, другие авторы называют 25-е — дату следующего заседания. Возможно, не так уж важно, сколько дней понадобилось Амперу на открытие электродинамики — семь или четырнадцать, оба срока достаточно малы.

Если принять во внимание, что Ампер не просто провозгласил существование нового явления, но и продемонстрировал его на специально сооруженном приборе, а следовательно, еще какое-то время должно было уйти на изготовление, более вероятным кажется второй срок — двухнедельный. Но это по нашим меркам: мы и не мыслим себе, что какой-нибудь прибор, даже самый простой, можно сделать в несколько дней; в практике современных лабораторий, к сожалению, большая часть времени ученого уходит именно на ожидание, пока мастерские выполнят заказ. Поэтому не исключено, что Амперу повезло, и его прибор, состоящий из двух

рамок с током — подвижной и неподвижной, — был сделан сразу же, и тогда он мог уложиться и к 18 сентября.

К открытию взаимодействия двух токов Ампер прищел не сразу. И опять существуют две версии, каким образом это произошло.

По одной версии, он додумался до этого чисто умозрительно: вспомнив, что электричество трения, то есть статическое электричество, действует отталкивающе или притягивающе на другой наэлектризованный предмет. И он тогда подумал: а не происходит ли такое же явление при взаимодействии движущихся токов, бегущих по проводникам? И, произведя несложный опыт, убедился, что его догадка справедлива.

Мне эта версия представляется неубедительной и крайне поверхностной. Чтобы прийти к такому выводу, нет никакой нужды в открытии Эрстеда. Идея должна была зародиться в голове Ампера чисто ассоциативно. И возникнуть могла бы много раньше — взаимодействие наэлектризованных предметов Ампер преподавал в школе своим ученикам, это азы электричества.

Более вероятной кажется другая интерпретация. Выдвинув гипотезу о происхождении земного магнетизма, Ампер решил доказать ее экспериментально — получить искусственный магнит. Он взял медную проволоку и сделал из нее спираль, так он представлял себе движение тока вокруг Земли. Позже он назвал ее соленоидом. Спираль эту подвесил за концы к батарее и стал смотреть, что произойдет, когда к торцу спирали он поднесет магнитную стрелку. Происходило то, что и должно было происходить согласно его теории: та сторона спирали, где ток шел по движению часовой стрелки — циферблату, если смотреть на нее прямо в лоб, притягивалась северным полюсом магнита и отталкивалась южным.

Доказав таким образом справедливость своих представлений о земном магнетизме, Ампер делает следующий шаг к открытию. Он подносит друг к другу две спирали и видит, как они тоже начинают взаимодействовать — отталкиваться или притягиваться. По существу, в этот момент Ампер уже открыл взаимодействие двух токов, только круговых, но ему показалось это неубедительным. Вероятно, он находился в плену опыта Эрстеда — тот ведь открыл магнитное действие тока на прямом проводе. И поэтому Ампер сооружает прибор, где могут взаимодействовать в пространстве два прямолинейных проводника — подвижный и неподвижный. Присоединив к ним вольтовы столбы, он увидел то, что до него не видел еще никто: подвижный проводник стал двигаться.

И вот перед членами Французской академии стоит 45-летний

Ампер, к которому привыкли относиться чуть снисходительно из-за его странностей, и, привычно щурясь, формулирует новый закон, которому отныне и навеки суждено носить его имя: «Два электрических тока притягиваются, когда они идут параллельно в одном направлении; они отталкиваются, когда вдут в противоположных направлениях».

Академики еще не успевают прийти в себя от изумления, а Ампер добавляет: «Все явления, которые представляют взаимодействие тока и магнита, открытые Эрстедом, входят как частный случай в законы притяжения электрических токов». Это означает, что открытие Ампера значительнее, шире, чем открытие ученого датчанина, как называли Эрстеда в то время. Это означает, что их товарищ по академии, который не в состоянии даже усидеть полчаса за работой, который сам признавался им, что для него «величайшее несчастье сидеть за столом с пером в руке», что этот самоучка, не кончивший даже школы, — гениальный ученый, самый великий из всех сидящих сейчас в зале. А это надо было пережить. И далеко не все смогли подавить свое уязвленное самолюбие, смирить свою ложную гордыню, уничтожить появившиеся ростки зависти и протянуть руку товарищу — поздравляю, прими и тому подобное.

Вместо этого Ампера стали попрекать: мол, его притяжение просто разновидность притяжения двух наэлектризованных тел, известного даже детям. Пришлось Амперу терпеливо объяснять людям, имеющим академическое звание и вроде бы обязанным хоть немного разбираться в физике, что в первом случае тела, одинаково заряженные, отталкиваются, а здесь одинаковые токи притягиваются — неужели не ясно?

Чтобы больше не было путаницы в этом вопросе, Ампер предлагает четко разделить эти два электрических явления: в первом случае, считает он, мы имеем дело с электростатикой, во втором — с электродинамикой.

Кстати, вот исток ошибочной версии, о которой я говорил раньше. Ампер, действительно, размышлял об электростатическом притяжении, но не до открытия, а после, и не по собственной инициативе, а вынужденный защищаться от дурацких нападок.

К сожалению, они на этом не кончились. Они только изменились по тональности. Первые были просто невежественными и не очень учтивыми. Дальше же все шло на улыбках, на расшаркиваниях, на уверениях в совершеннейшем почтении, на крайнем сожалении, что новому открытию суждено, вероятно, исчезнуть, как дым. Но как быть, если у месье Ампера не сходятся концы с концами? Согласно логике, два тела,

действующие на третье, должны взаимодействовать и между собой. Так? Так, отвечает Ампер, еще не подозревая подвоха. Ну, а раз так, то что же удивительного в том, что проволоки, действующие порознь на магнитную стрелку — а это есть опыт Эрстеда, — действуют и друг на друга в опыте Ампера? И тогда выходит, что не открытие Эрстеда — следствие закона самоуверенного Ампера, а, напротив, его закон логически вытекает из опыта датчанина и ничего гениального здесь нет.

Ампер обозлился: если вы полагаете, что мой закон можно вывести из опыта Эрстеда, то попробуйте, выведите из него направление взаимодействия токов. Ну? Ну кто может?

Не смог никто. Это ничего не значит, продолжали бубнить наиболее упрямые и злонамеренные, это не доказательство.

Ампер, расстроенный таким враждебным приемом, не стал более ничего говорить по этому поводу; он знал, что прав, и знал, что рано или поздно это признают и его враги, а когда это произойдет — сейчас или через год, — значения для него не имеет.

Но, к счастью, в академии были и друзья Ампера, знавшие цену его способностям и его нелюбовь вести публичные споры. И один из них, человек весьма остроумный, сказал спорщикам следующее: «Я сейчас легко докажу вам, что вы заблуждаетесь в самой посылке. Вот вам два ключа, которые я при вас вынимаю из кармана, два обычных железных ключа. Действуют они порознь на магнитную стрелку? — Он поднес их по очереди к компасу. — Действуют. Теперь я складываю эти ключи вместе. Что они, отталкиваются или притягиваются? Что же вы молчите? Докажите, что они взаимодействуют друг с другом, раз оба действуют на стрелку, — и победа за вами, моему другу придется признать, что он неправ. Не можете? Ну, тогда признайте, что неправы вы».

Пришлось признать.

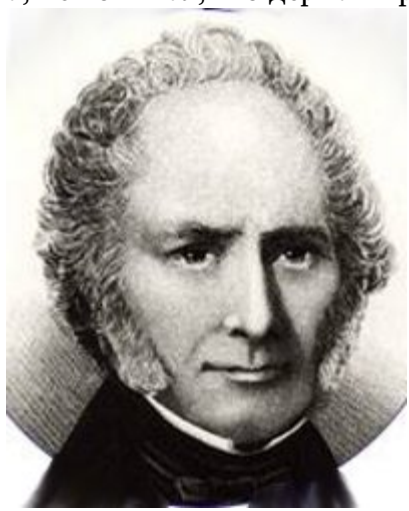
Я рассказал лишь о некоторых треволнениях Ампера в связи с его открытием. Они, конечно, не удивят никого: новое часто встречает поначалу противодействие. Но у Ампера были заботы и поважнее. Он задумал подвести под свои эксперименты математическую базу.

Меж тем и другие ученые занялись разработкой открытия Эрстеда, и 25 сентября, после выступления Ампера, слово взял Франсуа Араго и рассказал, что ему, также как и его ученому товарищу, удалось обнаружить нечто новое. «Когда я соединил длинной медной проволокой два полюса вольтова столба, — сказал Араго, — и опустил потом ее в железные опилки, то она притянула их, как если бы была настоящим магнитом. Когда ток

размыкался, опилки опадали. Таким образом, — с гордостью закончил Араго, — мне удалось даже намагнитить швейную иглу».

Присутствовавший тут же Ампер заметил, что намагничивание металлических предметов можно усилить еще более, если взять провод в виде спирали, как это делал он, и вставить иглу внутрь.

Вы понимаете, что предложил сделать ничего не подозревавший Ампер? Электромагнит! Но, поглощенный спорами из-за своего открытия, расстроенный ими, он даже не оценил того, что сказал. И, к сожалению, никто из присутствующих также не понял его замечания, даже Араго, которому уж, как говорится, и карты в руки. Причем Ампер и Араго даже поговорили о том, что, чем больше колец в спирали, тем сильнее должно быть намагничивание; оба согласились с этим и… преспокойно прошли мимо изобретения электромагнита. А эта честь досталась английскому преподавателю физики Вильяму Стерджону, который в 1825 году наконец-то догадался сделать то, что уже давно было сделано и только ждало человека, который сумел бы найти этому невезучему изобретению практическое применение. Зато когда в Лондоне был продемонстрирован первый электромагнит, поднимавший груз весом более трех килограммов и отпускавший его, как только электрическая цепь размыкалась, все ученые — даже великие — изумлялись, как дети, новому чуду. Им бы в пору изумиться, как это они почти пять лет спокойно работали с соленоидом Ампера, не понимая, что держат в руках.



Вильям Стерджон 1783–1850

Доклад Араго о намагничивании, доклады Ампера, продолжавшиеся еще несколько недель, работы других ученых,

пока молчавших или говоривших туманными намеками, держали академию в состоянии постоянного напряжения — что еще будет? Кто еще из ученых мужей, сейчас вроде бы спокойно слушающих докладчика, ошарашит на следующем заседании каким-нибудь новым открытием?

Жан Батист Био 1774–1862

Эти ожидания не были напрасными. 30 октября член академии Жан Био, тот самый, что председательствовал в комиссии, проверявшей открытие Вольты, и профессор физики Феликс Савар доложили о том, что им удалось вывести математический закон, описывающий опыт Эрстеда. Изящным экспериментом, в котором исключалось действие на стрелку магнитного поля Земли, они доказали, что ток действует на магнит перпендикулярно кратчайшему расстоянию между проволокой и стрелкой, а сила взаимодействия обратно пропорциональна этому расстоянию.

Первая формула, появившаяся наконец среди общих слов, подводившая под качественные наблюдения количественную основу, подстегнула Ампера. В конце концов, он математик более, чем физик, и кому, как не ему, попытаться вывести формулу к собственному закону.

Математическая разработка теории электродинамики заняла немало времени. Формулу в самом общем виде, по существу, эскиз к своей конечной знаменитой формуле, Ампер сообщил на заседании академии 10 июня 1822 года. А в полном виде, в том, которым мы пользуемся ею и сейчас, формула была опубликована в 1823 году в специальном сочинении. С тех пор она служит основой всех электротехнических расчетов. Каждый из нас, еще в школе, или в институте на экзаменах, или потом в научной или инженерной деятельности, вычислял силу взаимодействия токов по формуле Ампера. Многие физики отмечали ее огромное

значение для науки, ее универсальность, проницательность ее автора, но, пожалуй, лучше других сказал знаменитый английский физик Максвелл: «Исследования Ампера, в которых он установил законы механического взаимодействия электрических токов, принадлежат к числу самых блестящих работ, которые были проведены когда-либо в науке. Теория и опыт как будто в полной силе и законченности вылились сразу из головы „Ньютона электричества“. Его сочинение совершенно по форме, недосягаемо по точности выражений и в конечном счете приводит к одной формуле, из которой можно вывести все явления, представленные электричеством, и которая навсегда останется основной формулой электродинамики». Много хороших слов сказано в этом отрывке открывателем электромагнитного излучения о своем французском коллеге, но самый большой комплимент, какой мог позволить себе английский физик, — назвать Ампера «Ньютоном электричества».

А великий французский ученый, прославивший свою страну больше, чем иные политические деятели, вынужден был тратить свои последние деньги на покупку необходимого оборудования; вынужден был, забросив работы по электродинамике и сжав зубы, идти униженно просить начальство Парижского университета дать ему какую-нибудь добавочную нагрузку, чтобы подзаработать хоть несколько сотен франков. Иногда ему давали ее, но ту, которую он ненавидел больше всего в жизни и которую хуже других мог исполнить: его отправляли инспектором в какой-нибудь далекий департамент на три-четыре месяца, чтобы он, объезжая город за городом, проверял расходы училищ — на мел, чернила, мебель, чтобы он контролировал знания учеников, устраивал им экзамены, проверял склонения, спряжения, переводы с латыни. Он мучился от своего бессилия, от необходимости тратить драгоценное время на совершенно идиотские занятия, которые по плечу любому инспектору, но что он мог сделать! Не ехать? Но его излишняя щедрость, необходимость самому оплачивать печатание своих трудов, поскольку писал он их великое множество по разным областям знаний, все это не позволяло ему отказываться от скромного побочного дохода.

Но мало того, что он переносил страдания во время поездок: когда он возвращался в Париж, они не кончались, с него требовали отчеты, бумажки, циркуляры, — с него, который даже свои великие законы писал стоя, наспех, настолько он не мог творить, привязанный к одному месту. Об этой его слабости знали все — и университетское руководство, и даже министр, но они умышленно заставляли его выполнять все бюрократические

формальности.

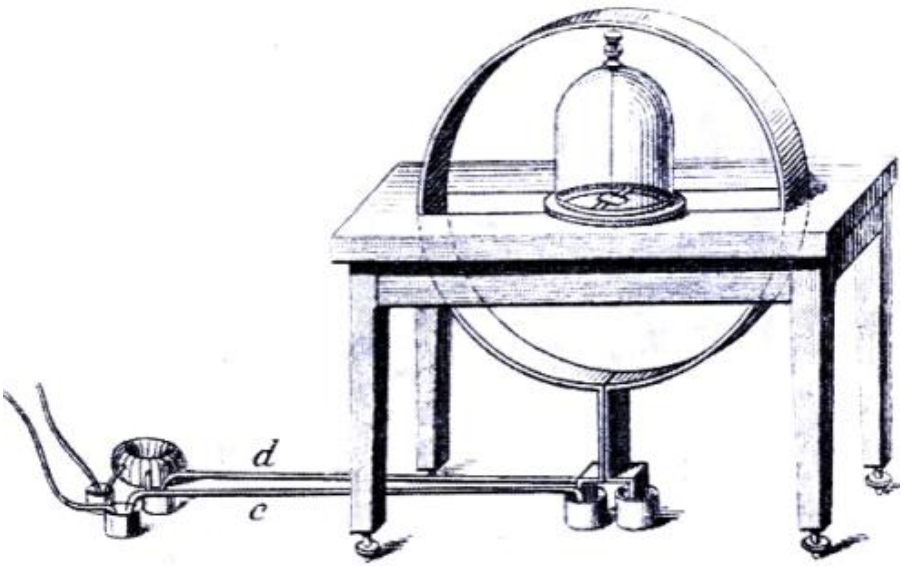
Этих чиновников ничуть не смущало, что они отнимают время и силы у одного из лучших сынов Франции; им доставляло садистское удовольствие ставить на место ученого-оригинала — пусть не воображает о себе бог знает что.

А он не воображал. Он был чрезвычайно, до болезненности скромен. Конечно, он знал цену своим открытиям, но, к сожалению, не мог заставить других оценить их по достоинству и своевременно. А когда это наконец произошло, «Ньютона электричества» уже не было в живых — в 1836 году он умер по дороге на юг, где надеялся поправить свое никуда не годное здоровье.

Другому творцу электротехники, Эрстеду, повезло больше. В 1829 году датское правительство в благодарность за его заслуги перед наукой и страной назначило его директором Политехнической школы в Копенгагене, и он мог спокойно заниматься науками, не перебиваясь случайными заработками.

Правда, он уже не сделал ничего столь же значительного, как его первое открытие, но некоторым образом помог рождению еще одного открытия. И тоже случайного.

Глава 11 Открытие термоэлектричества. Томас Иоганн Зеебек



Тангенс-буссоль Клода Пуйе

Я уже говорил, что Эрстед отправил отчет о своем открытии всем крупным физикам. Неизвестно, послал ли он брошюру своему приятелю Томасу Зеебеку; скорее всего, нет, потому что тот был медиком, а не физиком, но Зеебек все же имел возможность ознакомиться с достижением своего друга, поскольку состоял членом Берлинской академии и на одном из заседаний сообщение Эрстеда было оглашено. Не знаю также, что побудило Зеебека заняться повторением опытов по электромагнетизму — чувство дружбы, любознательность или пробудившийся вдруг серьезный интерес к физике. Он долгие годы занимался частной медицинской практикой в Иене и Нюрнберге, в академию был избран лишь за два года до открытия Эрстеда; но кто его знает, может, за эти два года, присутствуя на заседаниях, где обсуждались успехи физической науки, он почувствовал к ней вкус. Впрочем, не надо забывать, что в те годы огромной пропасти между медициной, химией и физикой еще не было, и, кстати, сам Эрстед начинал тоже как фармацевт на медицинском факультете. Поэтому не исключено, что Зеебек руководствовался, помимо дружеского участия, смешанного с любопытством, еще и формулой: «если смог он, почему не смогу

я».

Надо отдать ему должное: он смог повторить опыт своего датского друга. Проводил он эксперимент, как и следовало, с помощью вольтова столба, и все шло как пописанному, но, когда он убрал приборы со стола, то, помимо чувства удовлетворения, осталось на душе какое-то смутное беспокойство. Словно он что-то должен вспомнить, а что, не знает. Не раз потом возвращался Зеебек мыслями к этому опыту, и каждый раз какое-то неясное чувство беспокоило его: ну что, что здесь не так, чего не хватает? Да вроде всего хватает — стрелка-то отклоняется. И лишнего ничего вроде нет. Компас нужен? Нужен. Соединительный провод нужен? Нужен. Вольтов столб? Тоже нуж… Стоп. Вот здесь, где-то здесь. Но что? Проклятая память! Ведь что-то хочется вспомнить. Столб как столб — две пластинки, прокладка, смоченная кислотой. Вся Европа работает на таких столбах, без них вообще бы не было современной физики. Если бы не гениальный Вольта… О господи, наконец-то! Вот оно. Вспомнил. Надо же так мучиться! Вольта — вот в ком все дело. Что значит — плохо учил физику. Ведь первые опыты Вольты — две металлические пластины без всякой жидкости, и ток тем не менее образовывался.

Теперь Томас наконец сформулировал свою ускользавшую целый год мысль: а что, если попробовать получить магнетизм в проволоке, соединив два металла без жидкости, как это делал Вольта? Интересно, отклонится в этом случае стрелка? Или для нее имеет значение происхождение электричества?

Зеебек взял две пластинки, медную и висмутовую, и присоединил их к проводам мультипликатора. Это нехитрое устройство, его изобрел немецкий физик Швайгер сразу же после сообщения от Эрстеда. Намотанная в несколько слоев и покрытая шелковой изоляцией проволока намного усиливала магнитное действие тока.

Когда Зеебек первый раз прикоснулся концами провода мультипликатора к сложенным пластинкам, магнитная стрелка не шелохнулась. Томас расстроился и обрадовался одновременно. Почему же не получается? Неужто имеет значение природа тока? Это ведь новое открытие. А может, просто контакт плохой? На всякий случай Зеебек решил еще раз повторить опыт, плотно прижав провода к пластинкам. Он наложил пальцы на их концы — и стрелка дрогнула. Он сильнее прижал пальцами провода — стрелка повернулась на несколько градусов. Ага, вот в чем дело: плохой контакт. Он смочил пальцы, чтобы улучшить контакт — стрелка отклонилась, но ровно на столько же. Опять чертовщина какая-то! Ведь смачивание всегда улучшает проводимость. Взял

бумагу, намочил, наложил на концы проводов, прижал сверху руками. Вообще никакого эффекта. Просто мистика! Вынул бумагу из-под рук — пошла стрелка. Снова вложил — неподвижна. Да-а, опять тупик.

А что, если попробовать не бумагу, а стекло или металл? Взял два стеклышка, прижал ими провода к пластинкам, сверху надавил пальцами. Никакого впечатления. Раздосадованный тем, что ничего не понимает, собрался уж убрать руки, как вдруг заметил — дрогнула стрелка. И пошла, пошла потихонечку отклоняться. А сквозь металл? То же самое: сначала никакого эффекта, через некоторое время эффект налицо.

Через некоторое время… Что же происходит за это время? Вроде бы ничего не происходит, нагревается только стекляшка или железка от руки, и все. Так, так. Нагревается. А в первом опыте рука сразу была теплой. Может, в этом все и дело — в тепле руки? Зеебек берет спиртовку, подносит ее к проводам, и магнитная стрелка сразу же резко поворачивает. Вот оно что! Теплота. Разность температур рождает в проводнике магнетизм. Значит, он, Томас Иоганн Зеебек, до пятидесяти лет ничем не прославивший себя и свой родной город Ревель (Таллин), открыл новое, замечательное явление — термоэлектричество.

Шел 1821 год. Зеебек знал, что Эрстед, которому он косвенно был обязан своей случайной находкой, собирается вскоре на два года в Англию. А ему очень хотелось поделиться с ним удачей и обсудить необычные результаты. И Томас, не дожидаясь, пока выйдет из печати журнал со статьей, посылает Эрстеду сообщение о своем открытии. Тот немедля повторил опыт Зеебека и авторитетно подтвердил его. Причем, поскольку Эрстед узнал о новом открытии сразу же, как говорят теперь — из неофициальных источников, то его, Эрстеда, публикация даже обогнала сообщение самого автора. Разумеется, Эрстед сослался на приоритет своего друга. Но пошел в своих опытах дальше него.

Прежде всего Эрстед соорудил целый столб из металлических пар — наподобие столба Вольты, только без прокладок. Вскоре стало известно, что такой же столб построил и французский академик Жан Фурье. И он также пришел к выводу, что столб этот, являющийся, по существу, не чем иным, как новым источником электричества, следует называть не термомагнитным, а термоэлектрическим.

Жан Батист Жозеф Фурье 1768–1830

Но автор открытия неожиданно уперся — он не желал, чтобы обнаруженное им явление называли иначе, чем термомагнетизм. Напрасно ученые многих стран доказывали в своих работах, что рождающееся вследствие разности температур электричество — самое обычное, такое же, как в столбе Вольты, что и действие оно оказывает точно такое же, в частности, разлагает химические вещества, дает искру при замыкании, — Зеебек не желал никаких перемен и еще по меньшей мере два года оставался в плену своих заблуждений.

Это не мешало ему, правда, и дальше исследовать новое явление и даже обнаружить, что отклонение магнитной стрелки можно получить не только нагреванием пластинок, но и охлаждением. Однако в отличие от открытий Вольты, Эрстеда, Ампера, новое открытие надолго осталось лишь забавным парадоксом. И хотя таким способом уже получали электрический ток, а в 1834 году бывший парижский часовщик Жан Пелтье вызвал обратное явление — с помощью электрического тока охладил стержень, составленный из двух металлов, создав прообраз современного холодильника, — «эффект Зеебека», как назвали термоэлектричество, так и оставался эффектным эффектом — да простится мне такой каламбур.

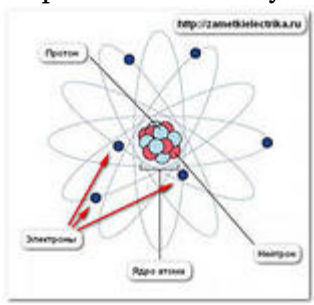
Вот, собственно, и замкнулась цепь открытий, начавшихся в тот день, когда заболела жена Гальвани и врачи прописали ей… хотя об этом я уже говорил. Все они были сделаны с использованием вольтова столба, все они были сделаны учеными, работавшими примерно в одни годы, все они составляют основу современной физики. Некоторые из этих ученых знали друг друга лично, иные состояли в переписке или просто следили за взаимными успехами по публикациям, но все относились друг к другу с огромным уважением, как и подобает пионерам новой области науки, хорошо знающим, как трудно идти впереди

других, прокладывать дорогу во тьме, среди зависти, недоверия, равнодушия чиновников от науки. Поэтому каждое новое открытие, каким бы легким или случайным оно ни казалось, — это подвиг. Недаром же история бережно хранит имена первооткрывателей.

Может показаться, что за двадцать пять лет, прошедших после открытия Гальвани, в науке было слишком много случайностей. Так это или не так, мы обсудим несколько позже, после того, как познакомимся еще с несколькими великими открытиями, также причисляемыми к разряду случайных.

И начались они так же, как и те, о которых я рассказывал: с одного случайного наблюдения, сделанного малоизвестным профессором. Во всяком случае, когда журналисты перепутали его имя, это заметили немногие. И так же, как открытие Гальвани, оно вызвало сенсацию не только среди ученых, но и среди людей, далеких от науки. Так же, как электричество, обнаруженное итальянским медиком, новое явление было названо именем открывшего его немецкого физика. Так же, как гальванический ток, оно повлекло за собой и новую цепь открытий. И так же, как Гальвани, автор этого открытия не смог понять его суть и еще долго держался своих старых представлений.

Только было все это ровно сто лет спустя.



Глава 12. Открытие тока Рентгена и рентгеновских лучей

Вильгельм Конрад Рентген 1845–1923

Поздний вечер 2 января 1896 года. В редакции венской газеты «Нейе фрейе прессе» («Новая свободная пресса») заканчивается обычный рабочий день. Газетные полосы сверстаны, подписаны в печать, отправлены в типографию. Еще несколько часов — и разносчики побегут по улицам, выкрикивая заголовки основных статей.

Однако не суждено было этим статьям увидеть свет ранним утром 3 января. Совсем иное будут выкрикивать продавцы газет, удивляясь небывалому спросу.

Когда ротационные машины уже начали печатать тираж, в типографию позвонил главный редактор и взволнованным голосом приказал остановить машины и освободить первую полосу — сейчас будет прислан новый материал. Нетрудно представить себе переполох в типографии. Уж не война ли началась? Подобные замены, связанные с нервотрепкой и

добавочными расходами, делались лишь в исключительных случаях. А что произошло сегодня, какой материал пришлют из редакции взамен снятого?

То, что через час принес запыхавшийся курьер, изумило даже старых наборщиков, которых не проймешь ничем. Какие только сообщения ни набирали они за свою жизнь, но такого они еще не видели. Не статья даже потрясла их, они и не всё в ней поняли, а вчитываться было некогда, газета и так запаздывала, — фотография; фотография, с которой предстояло сделать клише; фотография, на которой — господи, даже дух захватывает! — видна кисть руки; не сама рука, как у всех живых людей, а кости, как у скелета. И на средней фаланге безымянного пальца — силуэт обручального кольца. Просто жуть берет!

Утром венцы были ошеломлены. Через всю первую страницу шел заголовок, напечатанный аршинными буквами: «Сенсационное открытие», и подзаголовок: «Недавно в ученых кругах специалистов Вены настоящую сенсацию вызвало сообщение об открытии, которое сделал Вильгельм Конрад Рентген, профессор физики в Вюрцбурге. Если сообщение оправдается, то в руках человечества окажутся эпохальные итоги точнейших исследований, которые приведут к замечательным последствиям как в области физики, так и в области медицины».

Надо признать, что и в самом аншлаге, и в тексте идущей далее статьи журналист сумел верно обрисовать и суть открытия, и его будущность. Это не так часто случается, и уже через день Лондонское телеграфное агентство доказало справедливость столь пессимистического утверждения, переврав фамилию автора открытия, а англичанам он стал известен вначале как Роутген.

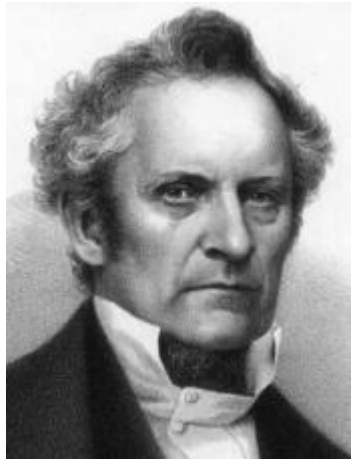
Впрочем, до того ли было журналистам! Важно было успеть передать сногсшибательную новость, пока не обскакали конкурирующие издания. И за несколько первых дней 1896 года над Европой и Америкой прокатился буквально тайфун газетных сообщений, будоражащих даже самое сильное воображение. Не было, кажется, газеты, которая не напечатала бы тот исторический снимок кисти руки, принадлежавшей, как потом выяснилось, жене профессора, Берте Рентген.

А автор нашумевшего открытия сидел, запершись у себя в лаборатории, не принимая корреспондентов и прочих визитеров, и продолжал как ни в чем не бывало изучать новое необычное явление, открытое им два месяца назад, 8 ноября 1895 года.

8 ноября вечером Вильгельм Конрад Рентген, профессор Физического института при университете города Вюрцбурга, почувствовал желание поработать еще немного перед сном.

И, сказав жене спокойной ночи — на случай, если

задержится, — он отправился к себе в лабораторию. Далеко идти не надо было: находилась она в этом же здании, этажом ниже. Там, естественно, никого уже не было, и можно было спокойно заняться своими делами, не отвечая на вопросы ассистентов.



Юлиус Плюкер 1801–1868

Иоганн Вильгельм Гитторф 1824–1914.

Как и многие немецкие физики, Рентген работал в то время с катодными лучами. Они не были какой-то новостью в физике, ибо открыты были сто пятьдесят лет назад. Еще в 1748 году было замечено, что в стеклянной трубке, из которой откачан воздух, при пропускании электрической искры вспыхивает как бы северное сияние — всполохи огня. Сто лет спустя аналогичное явление наблюдал Майкл Фарадей, когда подвел ток от электрической машины к стеклянной трубке с разреженным воздухом. Внимательный Фарадей отметил, что из положительного электрода анода исходит таинственное фиолетовое свечение, потянувшееся шлейфом почти до самого катода, который также мерцал в темноте. Еще через двадцать лет немецкий ученый Плюкер, добившийся сильного разрежения в

стеклянной трубке, заметил, что светится не только катод, но и стекло, расположенное вблизи него. Еще через десять лет после этого ученик Плюкера — Гитторф — вставил между катодом и фосфоресцирующим стеклом твердый предмет и заметил, что он отбрасывает тень. Из чего он сделал вывод, что таинственные невидимые лучи испускает катод. Так физики познакомились с катодными лучами.

Никто поначалу не мог понять, что они из себя представляют, хотя свойства их постепенно изучались. Установили, что они исходят из катода, если через разреженное пространство трубки пропускать электрический ток, даже слабый, лишь бы он был большого напряжения. Обнаружили, что движутся катодные лучи прямолинейно, как и световые, но отклоняются магнитным полем. Показали, что металл, из которого сделан катод, не играет роли. Пришли к выводу, что лучи переносят энергию, поскольку, если сфокусировать их на тонкую фольгу, фольга, нагревается до красного каления.

На основании части этих свойств английские физики во главе с сэром Вильямом Круксом, которому удалось изобрести много разных по форме катодно-лучевых трубок, до сих пор так и называемых трубками Крукса, высказали предположение, что катодные лучи — поток каких-то отрицательно заряженных частиц или каких-то молекул. А немецкие физики, возглавляемые известным ученым Генрихом Герцем, полагали, что катодные лучи — какая-то разновидность электромагнитных волн. Не удивляйтесь этой дискуссии — электрон еще не был открыт, и поэтому о потоке электронов, фигурирующем ныне в каждом школьном учебнике, не могло быть и речи.

За четыре года до описываемых событий Генрих Герц открыл еще одно любопытное свойство катодных лучей: они, оказывается, проходили сквозь тонкие слои металла. Это было хорошо видно по зеленоватому свечению стекла, содержащего примеси урана — оно флюоресцировало, когда на него клали тонкую пластинку золота, но оставалось темным, если перед ним ставили тонкую слюду.

А всего за год до 1895 года ученик Герца Филипп Ленард, развивая опыты своего шефа, сумел даже вывести пучок катодных лучей из трубки. Он сделал на ее конце отверстие и закрыл его тонкой алюминиевой фольгой, чтобы не нарушался вакуум. И сквозь эту фольгу и пробивались на белый свет катодные лучи. Однако воздух с нормальным давлением был для них слишком вязкой средой — они пролетали сквозь воздух не больше одного сантиметра. На основании этого, а также исходя из толщины фольги, Ленард решительно заявил, что катодные лучи не могут

быть никакими частицами, так как самые малые из известных тогда частиц были атомы и их размеры не позволили бы им проникнуть сквозь слой металла. А электромагнитные волны, напротив, могли сие проделать преспокойно.

Вильям Крукс 1832–1919

Вот почему профессор Рентген и занимался, подобно многим его коллегам, катодными лучами. Вот почему на его лабораторном столе стояли индукционная катушка и трубка Крукса — неизбежный реквизит почти всех физиков того времени. Точнее, столов в кабинете было пять и приборов тоже больше, чем два, но историческую роль суждено было сыграть именно этим приборам да еще небольшому экрану, покрытому кристаллами платиносинеродистого бария. Он применялся в лабораториях для изучения флюоресценции; стоило поставить его на солнечный свет или осветить ультрафиолетом или катодными лучами, и кристаллы начинали светиться. Да, я забыл еще одну деталь: футляр из черного картона; ему тоже суждено стать историческим.

Сколько раз пользовался этими вещами Рентген, но ни разу еще, наверное, случай не сводил их в совместной комбинации. А если и сводил, то, верно, не хватало каких-то иных компонентов удачи, собравшихся наконец вместе, чтобы открыть новую эру в физике. Может быть, темноты?

Половина приборов в этой комнате сделана руками профессора — он не гнушался быть и стеклодувом, и слесарем, и механиком, и электриком; настоящий физик-экспериментатор

должен уметь делать все. Он и делал все, с тех пор как в 1888 году получил здесь место профессора.

Долог был путь к этой должности.

Он должен был получить ее еще в 1872 году, когда его кандидатуру предложил университетскому руководству профессор Август Кундт, его учитель. Но старинный немецкий университет, числящий свое основание с 1402 года, не пожелал иметь в профессорах человека без среднего образования. Да, да, у Рентгена, у знаменитого Рентгена, чье имя нынче знает любой человек на земле, у ученого, получившего первую Нобелевскую премию по физике, не было свидетельства об окончании средней школы!

Он учился в ней и собирался закончить, как и подобало его сверстникам, но случился неприятный инцидент, и из школы его исключили. Такое и сейчас нередко в школах всего мира. Кто-то из учеников нарисовал на доске карикатуру на учителя, а учитель подумал, что это сделал Вилли Рентген, а Вилли и не подумал оправдываться, хотя нарисовал ее не он, и вот результат — за дерзость исключить.

Сначала Вилли, естественно, расстроился, не столько из-за исключения, сколько из-за несправедливости; потом поуспокоился немного и решил, что не все еще потеряно, можно сдать выпускные экзамены экстерном. Он засел за книги, основательно проработал все по программе и пришел на экзамен, уверенный в своих знаниях. Он и ушел с него, по-прежнему уверенный в них, но — без аттестата. Его экзаменатором оказался тот самый преподаватель, на которого была нарисована карикатура.

Так будущий великий физик лишился возможности поступать в высшее учебное заведение. И этим он был очень огорчен. Зато отец его — не очень. Все мужчины в семье Рентгенов, в трех поколениях, были фабрикантами-суконщиками. Отец надеялся, что и Вилли придет в фирму, с дипломом ли, без него, не все ли равно, в конце концов. Торговать можно и без диплома. Но Вилли не хотел торговать, он хотел учиться. В высшем учебном заведении. Но поступить туда без аттестата нельзя, а аттестата у него нет, и оставалось одно — становиться коммерсантом, а он этого не хотел, он хотел учиться, и получался заколдованный круг, из которого не было выхода.

Но в один прекрасный день — прекрасный не только для Вилли, но и для всего человечества — молодой Рентген узнал случайно, что в городе Цюрихе в Швейцарии образован новый политехнический институт. Причем устроен он на совершенно ином принципе, чем все другие высшие учебные заведения: его

можно посещать вольнослушателем. Выбирай лекцию по вкусу — и ходи на здоровье. Но основное, но главное, но самое важное: для вольных посещений не обязательно иметь аттестат зрелости.

Так в 1865 году на машиностроительном факультете Цюрихского политехнического института появился двадцатилетний вольнослушатель, знакомством с которым через тридцать лет будут гордиться его однокашники.

Дальше все пошло прекрасно: годы учения, защита диплома, звание инженера-машиностроителя, защита диссертации, звание доктора философии — и перед двадцатичетырехлетним Рентгеном открыты все дороги: хочешь обратно в коммерсанты — но уже «герр доктор» и на почетную должность в фирме, хочешь в науку — пожалуйста.

А чего же хотел сам Вилли? Могу сказать: он вначале не знал. Но пусть лучше он сам признается в этом, я процитирую его письмо, написанное много позже, где он вспоминает свое душевное состояние 22 июня 1869 года, когда он получил степень доктора философии со следующим отзывом на диссертацию: «Работа представляет более чем достаточное доказательство соответствующих познаний и способности к самостоятельной исследовательской деятельности в области математической физики». Вот что он писал в письме: «Мы (то есть сам Рентген и его будущая жена Берта. — В. А.) были очень горды и рады, но при всем том эта история немного значила, и я имел все основания беспокоиться о моем совершенно необеспеченном будущем.

Я имел, правда, на руках два диплома — один инженера, другой доктора философии — и тем не менее не мог решиться обратиться к технике, что было моим первоначальным намерением. В это критическое время я познакомился с одним молодым профессором физики — Кундтом, который однажды спросил меня: „Чего бы вы, собственно, хотели в жизни?“ И на мой ответ, что я и сам этого не знаю, он сказал, что я должен попробовать себя в физике, а когда я признался, что физикой, можно считать, совсем не занимался, он ответил, что это можно наверстать. Так или иначе, в 24 года, будучи уже обрученным, я начал изучать физику и заниматься ею».

Так у профессора Августа Кундта появился новый помощник, преданный физике, преданный ему лично и готовый следовать за ним куда угодно. Судьбе в лице герра профессора было угодно, чтобы Вилли последовал в Вюрцбург, где Кундт, приглашенный в старинный университет, получил большую научную свободу. Так, во всяком случае, ему казалось до 1872 года, до тех пор, пока он не предложил своего ассистента Рентгена на вакантную

должность профессора кафедры физики. Тут-то оказалось, что, несмотря на громкое имя Кундта — а он был известен всей Европе, а тем более всей Германии, — несмотря на все это, дирекция университета не сочла возможным утвердить предложенную им кандидатуру по причинам уже известным.

У Кундта был твердый характер и железные принципы; он поставил вопрос так: или город Вюрцбург будет иметь двух профессоров физики, или ни одного.

Бюрократизм, освященный вековыми традициями, оказался сильнее здравого смысла, и профессор со своим верным ассистентом упаковали чемоданы. К счастью, Кундт был слишком известен, чтобы искать работу — она сама искала его, и слишком привязан к Рентгену, чтобы тот сам заботился о своей судьбе; и вскоре оба они работали в стенах Страсбургского университета.

Через три года Рентген получил повышение, стал приват-доцентом, а еще через три года — профессором. Но уже не в Страсбурге и уже без Кундта — его пригласили в Сельскохозяйственную академию в Гогенхейм. А потом Гиссенский университет — профессор кафедры физики, а потом приглашения из Иены и Утрехта, а потом еще и из — да, да! — из Вюрцбурга. Забавно, правда? Когда шла речь о каком-то ассистенте Рентгене, они были очень принципиальны, а когда о профессоре Рентгене — без их помощи профессоре, — тут они вдруг стали прогрессивными, демократичными, и вообще: кто старое помянет, тому глаз вон — не так ли, господин Рентген? Что ж, Вильгельм Конрад не был злопамятным, да и когда все это было — шестнадцать лет назад. И он принял предложение Вюрцбургского университета и 1 октября 1888 года вышел на новую работу; впрочем, идти было недалеко — получил он квартиру в том же здании, где находилась лаборатория.

Так утром осеннего дня Рентген впервые отворил двери своей лабораторной комнаты, те самые двери, сквозь которые через семь лет он сделает снимок с помощью открытых им лучей.

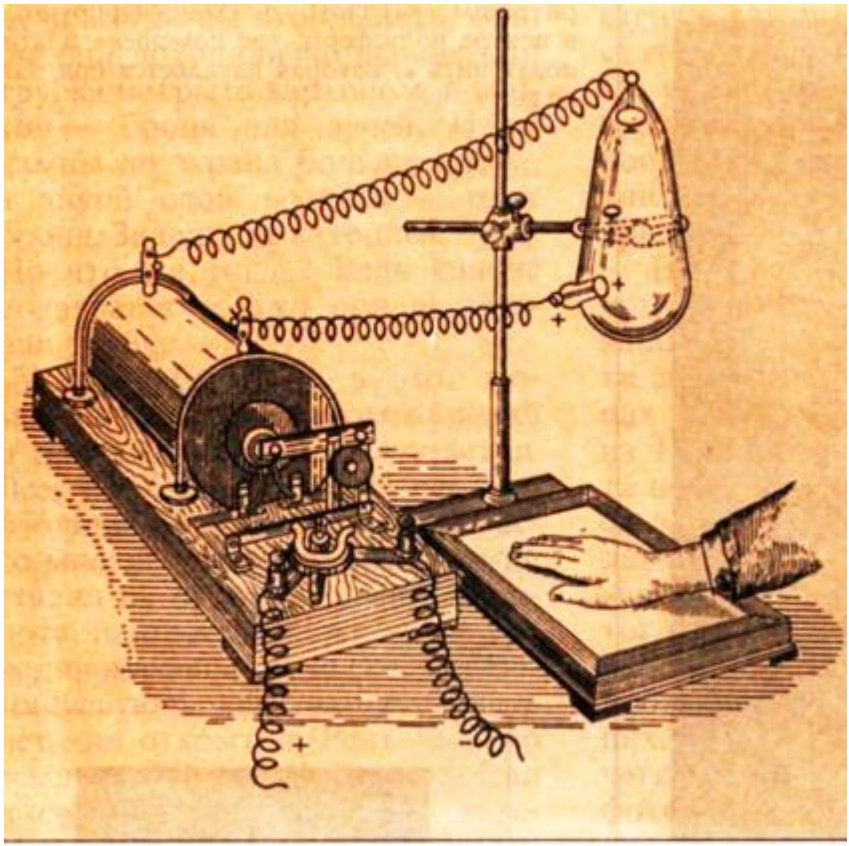
Произошло это открытие, как я уже говорил, 8 ноября 1895 года, когда профессор Рентген почувствовал желание еще немного поработать перед сном. Он спустился к себе в лабораторию, сделал то, что собирался сделать, и около полуночи, когда усталость взяла свое — пятьдесят лет все-таки, — собрался уходить. Окинул привычным взглядом комнату — ничего ли не забыл, погасил свет и уж хотел было закрыть дверь, как вдруг заметил в темноте какое-то странное светящееся пятно. Подошел — светился экран с синеродистым барием. Что за чушь? Солнце давно село, электрический свет не мог вызвать свечения, катодная трубка выключена. Он посмотрел на нее,

закрытую черным картонным колпаком, чтоб не пылилась, — бог ты мой, он же забыл ее выключить! Из-за колпака не видно свечения катода, и поэтому он не обратил внимания на свою оплошность. В первый момент он даже начал было ругать себя за нее — непорядок оставлять на ночь включенный прибор, — но, верно, недолго это делал, потому что, как только понял, что подарила ему и миру его забывчивость, должен был благословлять ее.

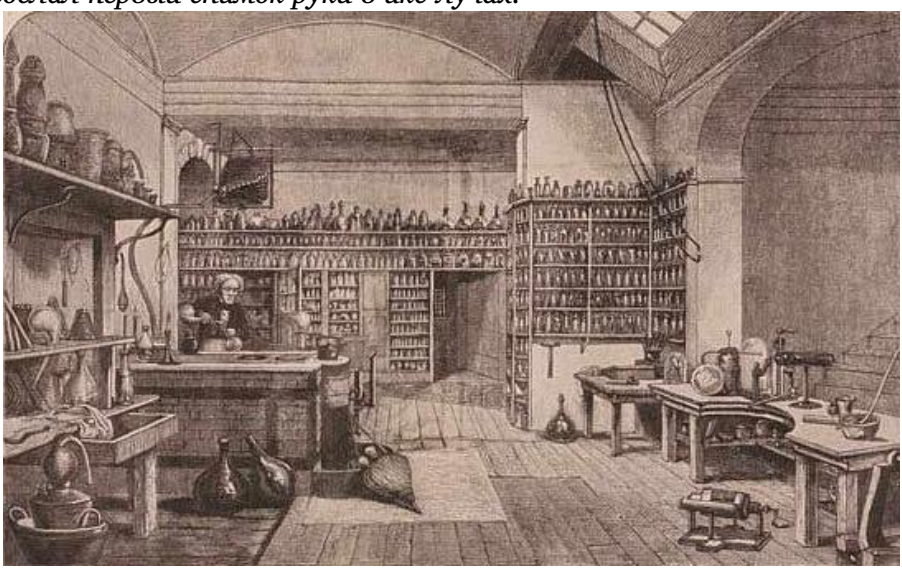
Август Адольф Кундт 1839–1894

Не сразу он это понял, не в одно мгновение.

Он нащупал рубильник, выключил его — свечение исчезло. Он включил его вновь — свечение опять возникло. Значит, его вызывает катодно-лучевая трубка. Но каким образом? Катодные лучи могли бы это сделать, если бы они доходили до экрана. Но трубка покрыта картоном, а картон — броня для лучей. И от лампы до экрана больше метра, а такой слой воздуха — тоже броня. Значит, не катодные лучи. Но что же тогда? Ведь сияние появляется только при включении трубки.

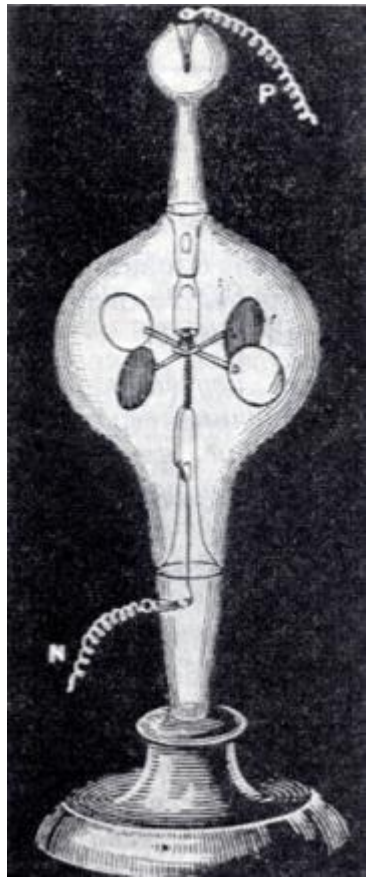


Аппаратура В. К. Рентгена, с помощью которой он в 1895 году сделал первый снимок руки в икс-лучах.



Лаборатория М. Фарадея в Королевском институте.

Молекулярные лучи, испускаемые полусферическим катодом a, концентрируются в центре полусферы, где помещена платиновая нить b, которая накаляется при разряде.



Радиометр, примененный Круксом в 1879 году для доказательства механическою действия катодных лучей.

Вот, собственно, в этот момент, в этом месте размышлений и началось рождение открытия. Все, что было до этого, все, что наблюдал Рентген, видели до него многие. И тот же Герц, когда ставил на пути лучей листок золота, и тот же Ленард, когда выводил катодные лучи сквозь алюминиевую фольгу; за пятнадцать лет до открытия Рентгена его земляк Гольдштейн описал в своей работе странное явление — свечение флюоресцентного экрана, защищенного от действия прямых катодный лучей. Эта работа была переведена и в Англии, ее читали все физики, кто занимался катодными лучами, а занимались ими почти все физики, и ни у кого не появилась такая наивная мысль, какая появилась у Рентгена: а почему экран светится?

Но это еще не все. За год до Рентгена выдающийся английский физик Дж. Дж. Томсон, которого во всем мире любовно-почтительно называли просто Джи-Джи, по инициалам, писал в статье, что он наблюдал свечение стекла, находящегося

на расстоянии более метра от разрядной трубки. Он удивился этому, потому что, как он пишет, «прежде чем попасть на фосфоресцирующее тело, лучи должны были пройти через стеклянные стенки вакуумной трубки и достаточно толстый слой воздуха». Он удивился — и пошел дальше, к своей цели: к измерению скорости катодных лучей, — упустив верную возможность открыть лучи Томсона.

Но и этого мало. Когда открытие Рентгена было опубликовано, когда рентгеновские снимки запестрели на первых страницах газет, американский физик из Пенсильванского университета по фамилии Гудспид схватился за голову: ведь он еще пять лет назад получил похожий снимок! Он вспомнил, что возился тогда с фотопластинками около работающей трубки Крукса, что, проявив на другой день одну из них, увидел на ней удивительно четкую тень, отброшенную на фотоэмульсию непонятно каким предметом, вспомнил, как он решил тогда, что это просто брак эксперимента.

Он вспомнил все это, и вот тогда и схватился за голову; а потом схватился за ящик со старыми снимками и стал лихорадочно искать ту самую пластинку и нашел ее и убедился, что это не что иное, как самый настоящий рентгеновский снимок, который вполне мог бы называться гудспидовским снимком. Он отдал эту пластинку на суд своих коллег, и было единодушно признано: это действительно первый след рентгеновского излучения, сделанный еще до того, как излучение было открыто. Неизвестно, что принимал Гудспид в тот день — поздравления или соболезнования, но надо отдать ему должное, он показал себя мужественным человеком и честным ученым. Он прямо заявил: «В этом открытии мы не можем притязать на приоритет, так как мы открытия не совершили. Мы только просим вас помнить, что за шесть лет до сегодняшнего дня первый в мире снимок был сделан в физической лаборатории Пенсильванского университета». Ну что ж, мы это действительно помним.

Мы говорили об отдельных, наиболее известных физиках, просмотревших открытие нового вида излучения, но вот явление, которое знали уже все физики: нельзя оставлять фотографические пластинки вблизи работающей катодно-лучевой трубки — они засвечиваются. И никто из них не задал себе вопрос: почему, почему они должны засвечиваться, если сами катодные лучи не способны оторваться от трубки больше чем на один сантиметр? А ведь этот вопрос должен же был задать себе каждый. Ну, пусть не каждый, пусть один из десяти, даже один из сотни. Так нет ведь, убирали фотопластинки подальше от трубки, и на этом все кончалось. Непонятное стало обыденным, его перестали замечать.

Нужно было обладать наивностью и мудростью одновременно, чтобы увидеть необычное в известном явлении и суметь обнаружить его суть.

Этими двумя качествами и обладал Вильгельм Конрад Рентген. Необычность явления он понял довольно быстро; здесь, вероятно, вполне уместно такое слово, как «осенило». Его осенило, что свечение не может вызываться катодными лучами, хотя вроде бы и вызывается именно ими. Это первая компонента открытия; как говорят ученые, необходимая, но недостаточная. Надо еще понять, отчего же светится в темноте экран.

Ответить на такой вопрос чисто умозрительно нельзя. Тут не о чем догадываться. Ведь нет фактов — того строительного материала, из которого и сооружается любая концепция. Кроме того, не надо забывать, что Рентген — экспериментатор. И поэтому, оправившись после первых минут изумления, он начинает экспериментировать. Сначала чисто импульсивно — хватает все, что попадет под руку, потом все более осмысленно. Он словно ощупью приближается к тому моменту полного прозрения, когда он сможет сказать: я открыл новые лучи.

Со стороны это действительно выглядело, как поиски ощупью. Была ночь, Рентген не зажигал света, чтобы не прогнать призрачное сияние, и не снимал колпака с трубки, чтобы быть уверенным, что катодные лучи надежно заперты. Он взял в руки экран, который светился в темноте, и начал эксперимент № 1.

Ученый осторожно передвигается по комнате, держа экран в руках, и смотрит, как далеко можно отойти от трубки, не потеряв яркости свечения. Полтора-два метра.

Эксперимент № 2. Сквозь картон таинственное излучение проходит. А сквозь другие предметы? Ощупью шарит по столу. Книга. Годится. Ставит книгу между трубкой и экраном. Экран светится. Стекло. Годится. Вносит его в магическое пространство. Светится экран. Значит, и стекло не препятствие для новых лучей. Так. Что еще есть под рукой? Колода карт. А она как сюда попала? А, ладно, сейчас это неважно, важна ее проницаемость излучению. Светится экран. Еще что?

Ага, листок станиоля. А он как? Рентген, держа его зажатым между пальцами, подносит к экрану и вдруг видит нечто фантастическое, чего не видел до него ни один человек на свете, от чего у более суеверного захолонуло бы сердце, — он видит на экране силуэт костей своей руки. Он шевелит пальцем и видит, как изгибаются фаланги. Не знаю, отдавал ли он себе отчет в то мгновение, что несет эта жутковатая картина медицине; скорее всего, отдавал, потому что его следующим шагом был шаг к шкафу, где лежали фотопластинки. Если новые лучи, подобно

катодным, заставляют светиться экран, то, может быть, они и на фотоэмульсию способны подействовать? Значит, можно закрепить навсегда увиденный только что мираж — скелет живого человека. Так складывается эксперимент № 3.

За окном ночь, жена, наверное, уже спит, как и все добропорядочные люди в Вюрцбурге, как и вся Европа, не подозревающая, что сейчас, в эту ноябрьскую ночь, один из ее лучших сынов, один на один с неизвестностью, добывает для всех остальных людей то, без чего вскоре просто уже не смогут обходиться медицина, металлургия, биология.

В темноте Рентген нащупывает в шкафу пачку фотопластинок, разворачивает черную бумагу, вынимает одну из них, кладет на нее руку и подносит к трубке. Ждет некоторое время, затем отыскивает кювету, бутылку с проявителем, наливает его и опускает в кювету пластинку. Ждет. Долго ждет. Или время тянется медленно? Наконец можно вынимать. Он промывает негатив и переносит его в ванночку с закрепителем. Снова ждет. Темно, в глазах от напряжения пляшут яркие искры… Можно. Рентген включает свет и смотрит на пластинку. Ни-че-го. Темная вуаль. Будто засвечена.

Засвечена? Так вот в чем дело. Вот почему все физики жаловались, что в комнате, где работает катодно-лучевая трубка, нельзя держать фотопластинки. Не катодные лучи вызывали их порчу, а новые, неизвестные. И Рентген для себя пока придумывает им название: Х-лучи. Немного таинственно, но точнее ничего на ум не идет. Потом это название понравится ему, и он перенесет его в научную публикацию и официально предложит именовать впредь открытые им лучи Х-лучами. Но название это мало где привьется, только разве в Америке и во Франции, да еще некоторые физики, получившие эти лучи до Рентгена, но не заметившие их, так и не смогут заставить себя произносить имя коллеги, которому повезло больше, чем им.

Ночь еще не кончилась, а новое случайное наблюдение подсказывает Рентгену эксперимент № 4. Проявляя фотопластинки, он заметил, что не все они засветились одинаково: это зависело от их положения относительно трубки. Значит, лучи расходятся не сферически, не во все стороны, трубка как-то направляет их. Но как?

Разве мыслимо ответить на все вопросы за одну ночь? Ведь с каждым новым экспериментом рождаются и новые вопросы.

Утром обессиленный Рентген ушел наверх, чтобы хоть немного отдохнуть. Он не знал, сколько еще дней и сколько ночей предстоит ему провести в своей лаборатории, пока он поймет, что к чему, но догадывался, что немало: он знал, как

неохотно расстается природа со своими тайнами, понимал, как трудно идти первому. Когда все было позади, он подсчитал: пятьдесят суток; он не мог сказать пятьдесят дней — ночи тоже были принесены на алтарь небывалого по темпам и глубине исследования.

Он забыл на это время обо всем: о семье, о здоровье, об учениках, о студентах, только одно существовало в мире, только одним жил.

Он фотографировал в Х-лучах всё, что мог: гири в деревянном ящике, свои руки, затвор охотничьего ружья, игральные карты, доски, дверь кабинета. Но это не была уже суетливая торопливость — он искал связь между природой материи и проникающей способностью лучей.

Может, его следует упрекнуть в излишней скрытности — он никого не посвящал в свою работу, а ведь у него были ассистенты, прекрасные физики, в будущем известные ученые, — Вагнер и Кох. Что это было — недоверие? Или он считал своим долгом самому пройти весь тяжелый путь первопроходца? Или не хотел делить ни с кем славу? Трудно сказать. Скорее всего, все три причины действовали одновременно. И еще четвертая: он сначала не был абсолютно уверен в том, что все так уж здорово получается, он сам признался в этом своему старому другу, профессору Бовери. «Я открыл что-то интересное, — пишет он ему в письме, — но еще не знаю, точны ли мои наблюдения».

Первым человеком, которому Рентген решился продемонстрировать свое открытие, была жена. Она заслужила эту честь: пятьдесят суток она жила в напряженной обстановке, не зная, что делает ее вдруг замкнувшийся муж, из-за чего не спит, что заставляет его сторониться всех людей. Но когда фрау Берта положила руку на фотопластинку, завернутую в бумагу, и подержала ее немного перед работающей трубкой, а потом Вилли вынес ей проявленную фотопластинку и она увидела свою кисть — скелет с обручальным кольцом, подаренным ей двадцать три года назад, на средней фаланге безымянного пальца, то после того, как прошел первый испуг, она поняла, что делал ее муж эти пятьдесят дней. Она не могла, конечно, оценить величину его труда, она еще не знала тогда, сколько успел он сделать за это время; когда это узнают ученые, они изумятся: за семь недель Рентген проделал такую работу, что за все последующие годы все другие физики мира уже не смогли прибавить что-нибудь существенное к описанию основных свойств Х-лучей.

28 декабря, за три дня до Нового года, Рентген решил, что первая часть работы закончена и ее можно обнародовать. Статья, где описаны результаты всех экспериментов, готова — тридцать

страниц текста со скромным названием «О новом роде лучей. Предварительное сообщение». Он вкладывает ее в конверт, кладет туда же несколько фотографий, сделанных с помощью Х-лучей, в том числе и кисть руки своей жены — первый рентгеновский снимок человека, и отправляет все это председателю Физико-медицинского общества Вюрцбургского университета для печати. Статью быстро набрали и выпустили в виде небольшой брошюры.

А дальше Рентген сделал то, что в свое время и Эрстед: он разослал эти брошюры вместе с фотографиями ведущим физикам Европы. И получилось так, что чуть раньше других ее получил венский профессор Экснер, а от него она в этот же вечер попала в газету, и дальше — дальше вы уже знаете, что было.

Один из экземпляров был направлен в Россию. Надо отдать должное нашим физикам: они мгновенно оценили значение этой скромной по размеру посылки. Брошюра была тут же переведена на русский язык; но ученые ознакомились с ней еще до ее выхода из печати. Вечером 22 января 1896 года в физической аудитории Санкт-Петербургского университета состоялся доклад, на котором, помимо устного сообщения о работах немецкого физика, был произведен публичный опыт, представлявший тогда сенсацию, а ныне знакомый каждому из нас. В рентгеновских лучах была сфотографирована рука одного из присутствующих. Десять минут длилась экспозиция, еще какое-то время ушло на обработку фотопластинки, и к концу лекции взору изумленных ученых предстал снимок скелета руки, на котором отчетливо виднелись мельчайшие детали ее строения. И хотя этот снимок ничем не отличался от присланного Рентгеном, он все же произвел большее впечатление; как ни говори, одно дело — когда чудо свершается где-то и кем-то, а совсем другое — когда оно происходит у тебя на глазах. Вероятно, поэтому к русскому переводу брошюры была приложена именно эта фотография.

Иван Иванович Боргман 1849–1914

Мне удалось достать эту брошюру, она сейчас передо мной. Одиннадцать с половиной страниц текста, мистическая фотография на обложке, предисловие профессора И. Боргмана — переводчика и автора фотографии; в предисловии, между прочим,

сказано, что, несмотря на то что сам Рентген называет свои лучи Х-лучами, их, по справедливости, следует величать лучами Рентгена.

В брошюре всего семнадцать параграфов, освещающих различные свойства нового вида излучения; это в среднем по полтора параграфа на страницу. Разумеется, одни занимают больше места, другие меньше, но все равно сообщение об открытии, означающем новую эпоху в физике, сделано предельно лаконично — ничего лишнего, никаких эмоций, текст бесстрастен, как и сам ученый.

Только один раз позволяет себе Рентген некое подобие субъективности — в последних строках. Доказав, что его лучи не могут быть ни катодными, ни ультрафиолетовыми, ни световыми, он в конце концов несколько робко спрашивает сам себя: «Нельзя ли новые лучи приписать продольным колебаниям эфира?» И добавляет: «Я должен сознаться, что в течение моего исследования проникся этой мыслью и позволю себе высказать здесь это предположение, хотя очень хорошо сознаю, что оно нуждается еще в дальнейших доказательствах».

Было бы несправедливо упрекать ученого за то, чего он просто не мог сделать; уровень развития физики не позволял вскрыть истинную природу рентгеновских лучей, и неудачу в этом пункте терпели многие физики — и сторонники волновой природы, и сторонники корпускулярной, и продолжалось так целых два десятилетия, пока появившаяся квантовая механика не примирила казавшиеся взаимоисключающими точки зрения и не показала, что излучение Рентгена носит двоякий характер — и в виде волны, и в виде квантов энергии.

Таким образом, последний, семнадцатый параграф нельзя считать ошибочным, истина находилась за пределами возможностей ученого. Пожалуй, только в одном пункте из семнадцати — в пятнадцатом — Рентген не дошел до конца и не сделал, таким образом, еще одно большое открытие. Но это сделали вскоре его ученики, и, хотя великий учитель долго не признавал их результатов, в конце концов он тоже понял свою неправоту и причину своей неудачи. Но об этом открытии речь еще впереди, ибо и оно было сделано в некотором роде случайно.

Открытие Рентгена вызвало, как я уж говорил, огромный резонанс, и мало какое другое открытие так быстро нашло практическое применение. Еще не выветрился запах типографской краски в брошюрах Рентгена, переведенных на многие языки, измученные репортеры еще не потеряли надежды пробиться в дом № 8 по Плехеринг (теперь эта улица называется Рентгенринг), еще раздавались в разных лабораториях возгласы:

«Господи, как же это я проморгал!», — а в Америке, в городе Дортмуте, 20 января 1896 года с помощью рентгеновских лучей врачи впервые увидели перелом руки человека. Звали его Эдди Мак-Карти. Бедняга Эдди, он попал в странную ситуацию; с одной стороны, ему явно не повезло — перелом руки не шутка, с другой — ему повезло, что сразу был поставлен верный диагноз, а с третьей… разве думал он когда-нибудь, что его имя войдет в историю, пусть даже таким болезненным образом, но — в историю! Его имя склоняли в газетах, он стал модной фигурой в своем городе, и все из-за того, что за два с половиной месяца до того, как его угораздило упасть, какого-то немецкого физика угораздило ночью пойти поработать.

С тех пор рентгеновские лучи навсегда вошли в арсенал медицины как точнейшее средство диагностики, а позже — и терапии. Только за первый год после открытия было написано сорок девять книг и тысяча статей по этому вопросу. К сожалению, иногда лучи использовали слишком неосторожно — часто и подолгу, не ведая, какую опасность представляют они для живого организма; это стало ясно только после первых несчастных случаев, после первых ожогов и злокачественных заболеваний.

Разумеется, не обошлось и без курьезов. Новые лучи не просто ознаменовали определенный этап в развитии физики — они существенным образом повлияли на психологию людей: стало доступным то, что извечно было недосягаемо; я имею в виду возможность, как говорится, видеть человека насквозь. Это обстоятельство, естественно, стало объектом многочисленных шуток, часто мрачноватых. Так, например, через год после открытия Рентгена, популярный английский журнал «Панч» опубликовал целую поэму о лучах. Она начиналась со следующих строк:

О Рентген, а новость ведь верна,
Это не пустой молвы обман,
Берегись его, советует она,
Мрачный юмор ваш кладбищем, видно, дан.
Там есть такие строки:
Нежный пастушок едва ли оценил бы
Прелести скелета своей милой.

Я приношу извинения за переводы — они сделаны физиком.

Через полтора месяца после этого еще более популярный американский журнал «Лайф» развил эту тему с присущим американцам размахом. Он напечатал стихотворение, которое

называлось «Линии на портрете дамы, написанном Х-лучами».

Она так молода, стройна и ростом в меру,
Но чьи же это кости, карбонаты чьи
Рисуют мне катодные лучи
И осцилляции, и омы, и амперы?
И позвоночник скрыть себя не может
В прекрасном теле под покровом кожи,
И красотою ребра поражают,
А их сияние плоти окружает.
В лицо ее безносое гляжу,
Не вижу глаз, но трепетно шепчу:
«Любимая, тебя я обожаю».
И зубы белые ее, слегка светясь,
Улыбкой мне во мраке отвечают.

Ученые — народ с юмором, они прекрасно понимают шутку, и их, конечно, ничуть не задевало пристрастие юмористов к новым лучам. А сам автор открытия вообще относился равнодушно ко всякого рода славословиям в его честь.

Более того, он отказался даже взять патент на свое открытие. Это, конечно же, способствовало бурному развитию рентгеновской техники во всем мире, но отнюдь не способствовало улучшению финансового положения самого автора, каковое вначале было не ахти какое солидное, а под конец его жизни стало совсем плохим. Он отказался от почетной, высокооплачиваемой должности президента Академии наук. Он отказался и от предложенного ему дворянского звания. И когда один из высокопоставленных чиновников, не сомневаясь, что он примет императорскую милость, написал на конверте «Доктору фон Рентгену», тот ответил ему: «Поскольку я до сих пор не подавал специального прошения и не намерен таковое подавать, мне не подобает носить приставку „фон“…»

Мало того, он умудрился восстановить против себя самого кайзера Германии Вильгельма II. Его величество как-то посетил Немецкий музей в Мюнхене. Руководство музея попросило Рентгена, одного из самых известных немецких физиков, представить кайзеру физический раздел экспозиции. Рентген согласился и, как он это делал обычно на лекциях, очень обстоятельно и серьезно рассказал обо всех экспонатах. Вильгельм II решил ответить любезностью и пригласил Рентгена в артиллерийский раздел музея, где он, сам артиллерист, мог бы тоже блеснуть эрудицией. Но он явно переоценил свои знания и недооценил знания Рентгена, потому что через несколько минут

тот обратился к его величеству: «Это знает каждый мальчик. Не можете ли вы сообщить мне что-либо посодержательнее?» Рентген не думал этим обидеть кайзера, это не была намеренная дерзость, просто он привык ценить свое и чужое время и терпеть не мог поверхностности. Все его работы — образец доскональности, и он от других требовал того же. Но в данном случае он, конечно, не учел, что нельзя требовать от человека того, чего у него нет.

Разумеется, ему не простили такого выпада, и бесполезно было объяснять кайзеру, что ученый со всеми одинаково держится — вне зависимости от ранга. К тому же не было секретом, что Рентген вообще ненавидит монархию во всех ее проявлениях — он даже отказался от русских орденов, пожалованных ему царем; и когда в России произошла Октябрьская революция, он ничуть не удивился, считая это естественной расплатой за преступления царского самодержавия.

Ему были приятны более скромные демократичные знаки внимания. Рентген очень любил охоту и имел маленький охотничий домик на Штарнбергском озере в Мангейме. Город окружали прекрасные луга, но по ним никому не разрешалось ходить, за этим строго следили. Никому — кроме Рентгена: жители Мангейма в знак глубокого уважения избрали его почетным гражданином города и предоставили право — единственному на свете — ходить по священным лугам. Ученый с большим удовольствием принял эту необычную награду и гордился ею ничуть не меньше, чем званием «тайный советник».

Одну только официальную награду принял он с радостью и волнением — Нобелевскую премию по физике.

Сейчас эти премии хорошо известны каждому, званием лауреата Нобелевской премии увенчаны многие крупные ученые мира, сделавшие основополагающие открытия в области физики, химии, биологии, медицины, в том числе и семь советских физиков. Но тогда эти премии были новинкой, их первый раз присудили в 1901 году, согласно завещанию Альфреда Нобеля.

Шведский фабрикант и инженер Нобель прославился при жизни тем, что изобрел динамит. Его изобретение, взятое на вооружение, к сожалению, не только горняками и строителями, но и военными, принесло ему большое состояние. Видя, как далеко может завести его детище, и, вероятно, чувствуя из-за этого угрызения совести, Нобель за год до смерти, 27 ноября 1895 года, завещал огромное наследство — 31 миллион долларов — на благотворительные цели: для поощрения научных исследований во всем мире и для поддержки наиболее талантливых ученых.

Согласно его воле, каждый год, осенью, Шведская

королевская академия наук называет имена ученых, обогативших мировую науку выдающимися открытиями или изобретениями в области физики, химии, а также медицины и биологии.

Этому торжественному акту предшествует большая подготовительная работа. В своем завещании Нобель сам подробно разработал процедуру отбора и награждения кандидатов. В начале каждого года Шведская королевская академия наук и Карлов медицинский институт обращаются к выдающимся физикам, химикам, биологам и медикам, к академиям наук других стран с просьбой назвать своих кандидатов. Имена их должны быть сообщены в Стокгольм до 1 февраля. Все названные имена до окончания голосования сохраняются в строжайшей тайне. В сентябре академия окончательно рассматривает названные кандидатуры и выбирает среди них достойнейшие; желательно, чтобы при этом осталось всего два имени, но иногда, если в открытии участвовало несколько человек, цифра увеличивается.

Отобранные кандидатуры и их работы вновь тщательно проверяются, оцениваются, и наконец в октябре члены Нобелевского комитета собираются в парадном зале дома Биржи в Стокгольме, чтобы сделать последний выбор и назвать лауреатов.

Двери наглухо закрыты, и никто из посторонних в зал не допускается; журналисты, фоторепортеры ждут решения в соседнем зале. Ученые рассаживаются за большим столом. Секретарь академии с серебряным подносом в руках молчаливо обходит сидящих. Каждый кладет на поднос карточку, где пишет имя своего избранника. Потом наступает томительная пауза — идет подсчет голосов. Будущий лауреат должен собрать абсолютное большинство, иначе голосование приходится повторять. Но вот все подсчитано, ученые узнают лауреатов этого года, можно распахнуть двери и уже во всеуслышание объявить об этом представителям прессы, чтобы те тут же кинулись к телефонам, телетайпам и разнесли эту весть по всему миру.

Шведский король вручает П. Л. Капице диплом и золотую медаль Нобелевского лауреата. Декабрь 1978 г.

А члены Нобелевского комитета, гордые выполненной миссией, отправляются в ресторанчик, расположенный в подвале дома напротив Биржи, чтобы после тяжелой работы съесть честно заслуженный обед. Их участие в распределении премий бесплатное, это их общественный и почетный долг, но, согласно завещанию Нобеля, каждый из них получает от управляющего Биржи традиционный серебряный талер — чтобы оплатить традиционный обед.

Вручение премий происходит 10 декабря, в годовщину смерти Нобеля. Это обставлено очень торжественно. Почетный диплом, медали и денежные чеки вручает лауреатам сам король. Лауреаты сидят на сцене в креслах, а все остальные, в том числе и король, стоят — это, пожалуй, единственный случай, когда в присутствии стоящего короля разрешается сидеть. После каждого вручения оркестр играет отрывок из какого-нибудь классического произведения. После этого в Золотом зале Стокгольмской ратуши устраивается пышный прием. По традиции, бургомистр Стокгольма произносит первый тост в честь короля, второй — в память Альфреда Нобеля, третий — за лауреатов.

На другой день лауреаты выступают в университете с докладами, посвященными тому исследованию, за которое они были награждены. Этот ритуал, правда, не был оговорен

завещанием, но начиная с первого же вручения Нобелевской премии стал традицией, хотя первый лауреат по физике из-за своей чрезмерной застенчивости отказался от каких-либо публичных выступлений.

Любопытно, что написал Нобель свое завещание через девятнадцать дней после открытия Рентгена. Разумеется, это чисто случайное совпадение, он не мог знать об Х-лучах; но в этом совпадении есть что-то символическое: ведь первым нобелевским лауреатом среди физиков стал именно Рентген.

Он был рад этой награде, хотя вначале и не хотел ехать за нею в Стокгольм, но все же поехал, а потом не хотел выступать после получения диплома — и так и не выступил. Он постарался поскорее вернуться к себе, к своей привычной работе, к своей спокойной, несуетной жизни. Даже сделавшись одним из самых знаменитых людей на земле, он не изменил своим скромным, пуританским привычкам. Он, как и прежде, начинал свой рабочий день в восемь утра и заканчивал его в шесть вечера. Как и другие сотрудники института, с двенадцати до двух обедал. Он по-прежнему почти никого не принимал, только иногда собирал у себя ассистентов, чтобы обсудить университетские события, чтобы поговорить о литературе, о спорте.

Рентген даже к старости сохранил прекрасную спортивную форму; на весенние каникулы, в марте, он обычно уезжал в Италию, а в августе — в Альпы, и там его любимым отдыхом была спортивная езда — на салазках с гор — по пять километров вниз, под уклон, так что дух захватывало. Иногда он охотился. На свое ружье он установил оптический прицел, и его редкие гости имели возможность убедиться, что у одного из лучших в мире экспериментаторов по-прежнему твердая рука и точный глаз.

Уединенность Рентгена, его замкнутость вызывались, как мне кажется, тремя причинами.

Одна из них — его характер; ученый не отличался особой общительностью, склонностью к светской жизни.

Другая — та особая психологическая обстановка, в которой он оказался, совершив свое открытие. Слава — слава всемирная, слава, обязывающая обдумывать каждый шаг, каждое слово, потому что каждый шаг и каждое слово Рентгена тут же становились достоянием общественности. Работа — но какая? С Х-лучами покончено, он не хочет ими заниматься более, он не хочет стать рабом своего открытия, узким специалистом в одной области, он физик вообще, физиком был, физиком желает остаться. Поэтому он ищет иных тем, иных точек приложения своих способностей, наблюдательности, экспериментального мастерства. Ищет — но находит ли?

Зависть — она окружает его, если не со всех сторон, то с одной, во всяком случае, и ее вполне хватает, чтобы он почувствовал себя, как в кольце. Его коллега, о котором он с таким уважением отзывался в своей работе, профессор Ленард, не может простить себе и ему, что он, раньше Рентгена получавший Х-лучи, не сумел их увидеть и открыть. И он плетет вокруг Рентгена паутину лжи, сплетен, сомнений, двусмысленностей. Ему на руку тяжелый характер Вилли, тот восстанавливает против себя многих, и среди них ищет Ленард себе сторонников. Конечно, трудно повернуть историю вспять, но попробовать можно.

Злоба оказывается мощным стимулом. Ленард творит чудеса изобретательности, чтобы доказать недоказуемое, но его усилия не достигают цели. Ученые соглашаются, что он получал Х-лучи, но все же не он увидел их. Ученые признают, что если бы Рентген не открыл Х-лучи в конце 1895 года, то, возможно, это сделал бы Ленард, но сделал это все же Рентген. Ученые сожалеют, что такой уважаемый и талантливый физик, как Ленард, воспринимает всякое упоминание о своем соотечественнике как личное оскорбление и переносит свою неприязнь на каждого, кто сомневается в его, ленардовском, приоритете. Но что Ленарду ученые — он сам установил для себя кодекс, по которому судит себя и других. В этом поединке, который он ведет с целым миром, у него пока нет союзников и есть лишь один враг — Рентген. Так думает Ленард, не признаваясь себе, что у его врага совсем иное имя — Ленард.

А потом появляются и союзники — фашисты. Правда, когда они приходят к власти и готовы оказать своему ученому-приверженцу любую поддержку, в том числе и по части перелицовки фактов, в этом они мастаки, врага номер один уже нет в живых, и воевать, собственно, не с кем. Но Ленард не успокаивается и продолжает бой с посмертной славой ученого. Он добивается своего — но только на ограниченном пространстве и на ограниченном отрезке времени. Фашистский режим, которому был ненавистен демократизм Рентгена, изъял его имя из учебников физики, запретил называть лучи Рентгена именем их истинного открывателя, и на двенадцать лет на территории, зараженной коричневой чумой, появились лучи Ленарда.

Филипп Эдуард Антон Ленард 1862–1947

В 1935 году мировая научная общественность отмечала двойной юбилей: девяносто лет со дня рождения Рентгена и сорок лет со дня открытия его лучей. Но в фашистской Германии вторую дату официальная наука не праздновала. Она отмечала сорокалетие открытия лучей, но — ленардовских. Да и день рождения самого Рентгена отмечали весьма своеобразно. В физическом журнале появилась статья уважаемого по тем временам и меркам Иоганна Штарка, которого в свое время Рентген не принял на работу на должность старшего ассистента. Штарк был известен своими неплохими работами в узкой области физики и плохим отношением ко всему новому и прогрессивному в науке в широком смысле, в частности к таким основополагающим открытиям, как теория относительности Эйнштейна и квантовая теория Бора.

В своей статье, недвусмысленно названной «К истории открытия рентгеновских лучей», Штарк из уважения к единомышленнику Ленарду, а главным образом из ненависти к Рентгену пытается доказать с помощью специально подобранных свидетельств, что открытие Х-лучей следует считать делом Ленарда не только потому даже, что тот раньше получал эти лучи, но и потому, что Рентген в ту ночь 8 ноября пользовался ленардовской трубкой. Штарк и иже с ним прекрасно понимают, что голословными заявлениями не обойтись, поэтому свою перелицовку фактов они обставляют солидно. В этом же номере

журнала помещается еще одна статья, подписанная Ф. Шмидтом, который взял на себя труд заново построить трубку Ленарда по старым чертежам и убедился, что в ней возникают Х-лучи. Он зря так старался — это было известно каждому физику, в том числе и самому Рентгену, и никто этого не оспаривал. Но Шмидт выдает себя: он сообщает, что построенная им историческая трубка «была отдана на заключение господину тайному советнику Ленарду». Тут сразу стало ясно, откуда дует ветер. Разумеется, господин тайный советник соблаговолил констатировать, что это и есть точная копия трубки, изготовленной в свое время стеклодувом, который поставлял Рентгену стеклянные приборы.

Но вся эта компания зря старалась, понапрасну переводила чернила и время. Каждому было ясно, что если даже Рентген и пользовался трубкой Ленарда, то это еще ничего не значит — ею пользовались многие ученые, в том числе и сам Ленард, и никто Х-лучей не открыл. А потом, если бы эта зловещая троица потрудилась внимательно перечитать сообщение Рентгена, то она убедилась бы, что он работал в ту ночь с трубкой Гитторфа. И, наконец, если бы эти ученые мужи были хоть чуть-чуть поученее, они могли бы сообразить, что с помощью трубки Ленарда, вследствие ее конструктивных особенностей, невозможно получить такие четкие рентгеновские снимки, какие сделал Рентген. Недаром академик Абрам Федорович Иоффе, видевший эти снимки, признал в конце пятидесятых годов: «…я не знаю ничего более совершенного, хотя производство рентгеновых трубок прошло с тех пор долгий, шестидесятилетний путь, а требования к снимкам все повышались».

Но злоба и ненависть — дурные советчики, и плохо пригнанное нагромождение случайных свидетельств и сомнительных выводов вскоре развалилось, как карточный домик. В 1945 году он рухнул вместе с великим рейхом. Ленард прожил после этого еще два года и мог бы убедиться, каково истинное положение вещей, как относится к Рентгену мировая наука, но не желал ничего видеть в 1947 году, так же, как и в 1901 году, когда Рентгену, а не ему шведский принц-регент вручал Нобелевскую премию.

Рентген, разумеется, не знал тогда, как далеко зайдет ненависть Ленарда, но и то, что он видел и слышал, достаточно отравляло ему жизнь, делало еще более замкнутым, заставляло уходить в себя, в свой мир, где людям типа Ленарда не было места.

Но была и еще одна причина замкнутости Рентгена — лучемания. Дело в том, что вслед за открытием лучей Рентгена французский физик Анри Беккерель открыл еще один вид лучей,

испускаемых радием. Я не буду останавливаться на подробностях открытия радиоактивности — об этом в следующей главе, скажу только, что после него многие физики словно потеряли чувство меры: началась настоящая лучевая лихорадка. Нечто подобное произошло, как мы помним по рассказам Джека Лондона, после обнаружения золота на Клондайке. Тогда в Америке началась «золотая лихорадка»: толпы старателей повалили на Север, на Аляску, чтобы застолбить хоть какой-нибудь участок, где, если повезет, можно натолкнуться на золотую жилу.

Физики были в более выгодном положении, им не надобно было ехать на Север и подвергать себя риску обморожения, «невидимое золото» они искали в своих лабораториях, — но ажиотаж был тот же. Разумеется, лучевой лихорадкой заболели не все ученые, только наименее стойкие, не обладавшие иммунитетом к сенсационной славе. За короткое время появилось множество сообщений об открытиях новых лучей, но каждый раз выяснялось, что это либо спекуляция, либо заблуждение.

Даже некоторые солидные физики не избежали искушения. Профессор Мюнхенского университета Грец открыл Г-лучи, которые просуществовали несколько недель; профессор Блондо из университета французского города Нанси открыл N-лучи; эти прожили подольше и шума наделали побольше, и последствия имели посерьезнее. Поэтому о них стоит и рассказать поподробнее.

Впервые Блондо сообщил о своем открытии 23 марта 1903 года на заседании Парижской академии наук, членом которой он состоял. Он поведал академикам, что им открыты лучи, которые испускает трубка Крукса вместе с лучами Рентгена. Причем, в отличие от немецкого физика Греца, назвавшего несуществующие лучи в честь самого себя, он, Блондо, называет свои, как он считает, существующие лучи в честь своего родного города Нанси N-лучами.

Как же получал он N-лучи? Очень просто. Около работающей круксовой трубки Блондо извлекал маленькую искру, а между искрой и трубкой помещал листок алюминия. При этом он заметил, что под влиянием N-лучей, проходящих сквозь металл, блеск искры заметно усиливается.

Но это были, как говорится, только цветочки — ягодки впереди. За оставшиеся до конца года девять месяцев Блондо сделал еще десять докладов о своих N-лучах. Члены Парижской академии не знали, что и подумать: по словам Блондо, N-лучи испускаются листовым железом, закаленным стеклом, сжатыми телами, газовой горелкой, даже солнцем. Но зато не испускаются деревом. N-лучи проходят сквозь раствор соли, пластину, бумагу,

стекло. Они преломляются, отражаются, поляризуются и интерферируют. Каково?

Далее Блондо сконструировал спектроскоп с алюминиевыми линзой и призмой и разлагал в нем N-лучи на спектр. И получил действительно какой-то спектр из темных и светлых линий. Он даже измерил длину волны своих лучей. Это уж не слова, это опыты, а с опытами ученые не могут не считаться.

Наконец Блондо поразил физиков: он сообщил, что его лучи обладают удивительным свойством — они делают в полумраке заметными слабо освещенные предметы. Достаточно направить пучок N-лучей в глаза, как сразу же видимость увеличивается.

За год по N-лучам появилось около ста статей. Уже и другие ученые обнаруживают новые их свойства. Коллега Блондо по университету Нанси, профессор физики Шарпантье, открыл, что N-лучи испускаются живыми организмами. Впрочем, и мертвыми тоже. Труп человека давал, по его словам, прекрасные N-лучи. Их же излучали в его опытах даже растения и овощи.

Словом, началось нечто невообразимое. Медики предлагали использовать N-лучи для лечения нервных болезней, психиатры считали возможным передавать с их помощью мысли на расстояние. В этой шумихе лучи Рентгена и Беккереля даже отошли на второй план. Но странное дело, опыты Блондо и Шарпантье подтверждали только некоторые французские ученые, в других странах, где их пытались безуспешно воспроизвести, над ними открыто смеялись.

Генрих Рубенс 1865–1922

Но смех смехом, а Блондо получил от Парижской академии наук золотую медаль и премию в 20 тысяч франков. Правда, вскоре члены академии начали раскаиваться в своей

поспешности. Первая ласточка сомнений прилетела из Берлина: профессор Рубенс две недели бился над получением N-лучей и ничего не смог воспроизвести. Но главный удар нанес Блондо известный американский физик Роберт Вуд, один из корифеев физической оптики, замечательный экспериментатор и очень остроумный человек; в последнем мы сейчас убедимся.

В сентябре 1904 года Вуд приехал в Англию, в Кембридж, на собрание Британской ассоциации наук. После официальной программы несколько физиков собрались, чтобы уже неофициально обсудить вопрос, что делать с неистовым Блондо и его N-лучами. Наиболее щекотливое положение было у Рубенса; оказывается, кайзер, прослышав о N-лучах, велел ему приехать в Потсдам и продемонстрировать новое открытие. Но при всем желании Рубенс не мог этого сделать, то есть он мог, конечно, приехать в Потсдам, но не мог продемонстрировать N-лучи — они не получались у него. Рубенс уверен, что здесь явная ошибка, никаких N-лучей не существует, но поди докажи это кайзеру. Гораздо корректнее доказать это сначала самому Блондо, но и это Рубенсу неудобно сделать: Блондо был так любезен с ним, что прислал ему результаты всех своих опытов. И Рубенс просит Вуда поехать вместо него в Нанси и проверить эксперименты Блондо, а он оставляет за собой вторую часть неприятной миссии — поездку к кайзеру. Английские физики поддержали его просьбу, и Вуд согласился.

Он приехал в Нанси, сговорился с Блондо, и тот назначил ему прийти в лабораторию ранним вечером, когда спустятся сумерки. В назначенный час Роберт Вуд появился в лаборатории. Блондо встретил его крайне любезно, не подозревая, что это начало конца, что через два часа с N-лучами будет, к счастью для науки, навсегда покончено, а вскоре, к сожалению, будет покончено и с ним самим.

Для начала Блондо попросил Вуда обратить внимание на стенные часы: они тонули в полумраке, определить по ним время с того места, где находился хозяин лаборатории, было практически невозможно. Но Блондо поднес ко лбу плоский напильник, испускающий якобы N-лучи, и сразу стал все видеть. Вуд спросил, нельзя ли и ему подержать напильник. Отчего же, великодушно согласился Блондо, неважно, кто держит: лучи от этого не исчезают. Вуд неспроста задал наивный вопрос; он заметил на столе плоскую деревянную линейку, по размерам такую же, как напильник, и вспомнил, что дерево — одно из немногих веществ, которое, по утверждению Блондо, никогда не испускает N-лучей. Вы уже, конечно, догадались, что сделал дальше Вуд — он в темноте незаметно подменил напильник

линейкой и спросил Блондо, как теперь ему видятся стрелки. «Прекрасно, — сказал Блондо, — как всегда».

Рене Проспер Блондо 1849–1930

Ну, собственно, дальше можно было бы и не продолжать, но Вуд недаром считался хорошим экспериментатором, он решил поставить еще один аналогичный опыт — для полноты доказательства. В соседней комнате стоял спектроскоп с призмой и линзами из алюминия — главная гордость французского физика. С его помощью он демонстрировал многочисленным посетителям спектр N-лучей. В приборе имелась окрашенная светящейся краской нить, которую можно было двигать вдоль спектра, и в тех местах, где N-лучи давали невидимые линии, нить начинала вроде бы ярче светиться. Блондо сел за прибор, стал перемещать нить и называл цифры шкалы, где N-лучи вызывали усиление света. Все было похоже на правду. Вуд попросил Блондо повторить его опыт, а сам повторил до этого свой — незаметно снял со спектроскопа алюминиевую призму. Начали. Блондо, склонившись над прибором, вновь назвал те же самые цифры, что и в первый раз.

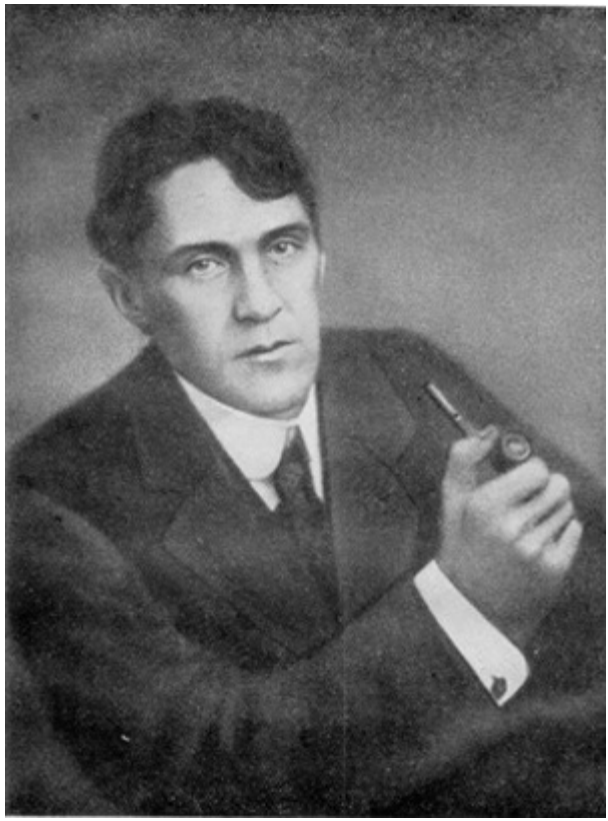
Ну вот теперь все. Вечерним поездом Вуд приехал в Париж и наутро отправил письмо в один из самых солидных журналов — «Природа». Письмо перепечатал французский научно-популярный журнал «Научное обозрение», и N-лучи перестали существовать даже для французских физиков. Один из них, Ле Бель, написал в журнал письмо, в котором гневно вопрошал своих соотечественников: «Какое зрелище представляет собой французская наука, если один из ее значительных представителей измеряет положение спектральных линий, в то время как призма спектроскопа покоится в кармане его американского коллеги!» Зрелище и впрямь было не из завидных, и Академия наук почувствовала вину, но поделать уже ничего не могла — в декабре предстояло ежегодное вручение премий и медалей, и не дать их Блондо значило забыть о чести мундира. Выход все же нашли: медаль и премию дали, но не за открытие N-лучей, а «за долголетние труды в науке».

Блондо не утешила эта сомнительная награда, он тяжело переживал позорное разоблачение и в конце концов на этой почве сошел с ума, а вскоре, к сожалению, покончил самоубийством.

Говорят, что Вуд ничуть не жалел о своем визите в Нанси, но если это так, то он был, пожалуй, неправ — расплата оказалась слишком тяжелой. Конечно, развенчание подлогов, мистификаций и просто заблуждений — святая обязанность каждого ученого. Но в случае с Блондо дело обстояло не так уж просто. Он не был обманщиком в полном смысле этого слова, он был скорее самообманщиком. Его N-лучи — плод самовнушения и чрезмерного воображения, но кроме этого — также следствие некоторых объективных закономерностей. Потому что фосфоресценция нити и стрелок часов и впрямь увеличивается, но только не от N-лучей, а от тепла, излучаемого человеком, это теперь известно. Так что усиление свечения Блондо, может быть, и видел, но, конечно, N-лучи никакого отношения к этому не имели.

Но какое же отношение вся эта нашумевшая в свое время история имеет к Рентгену? Самое непосредственное.

В то время, когда в научных лабораториях, журналах, академиях бушевал вирус лучемании, Рентген необычайно остро переживал эту эпидемию — не то чтобы считал себя виноватым в ее возникновении, но все же как-никак это он выпустил джинна из бутылки. Ему были неприятны всякие спекуляции на модные темы, а лучи стали модной темой с его легкой руки. Вот почему великий и знаменитый физик выглядел неким отшельником среди коллег, желая только одного: жить, как жил раньше, не менять привычек и образа жизни и оставаться максимально полезным своему любимому делу.



Роберт Уильямс Вуд 1868–1955

И здесь, конечно, перед ним встал вопрос, который я задал несколько раньше и на который не ответил, поскольку в том месте он был явно риторическим; вопрос этот, простой для нас и трудный для Рентгена: что делать дальше?

Задайте любому человеку вопрос, что сделал для физики Рентген, и девяносто девять из ста опрошенных ответят: «Как что? Открыл рентгеновские лучи». Они будут правы, но только наполовину. Ибо Рентген сделал еще одно открытие, которым сам гордился ничуть не меньше, чем своими лучами. Но знают об этом только физики. Если сотый опрошенный окажется физиком, он скажет, что Рентген, кроме лучей, открыл еще ток Рентгена.

История этого открытия любопытна. Работу над ним Рентген начал до открытия лучей, когда жил и работал в Гиссене.

В 1879 году Берлинская академия наук объявила конкурс; она обещала денежную премию тому, кто обнаружит какую-нибудь связь «между электродинамическими силами и диэлектрической поляризацией изоляторов». Формулировка довольно сложная, но суть дела в том, что надо было решить, может ли в непроводнике возникнуть электричество вследствие каких-то процессов или сможет ли электричество вызвать поляризацию непроводника.

Это была очень трудная задача, и никто из ученых, пытавшихся решить ее, успеха не достиг, во всяком случае к указанному сроку таких работ не было подано.

Но через некоторое время, в 1888 году, в адрес академии поступила статья профессора физики из Гиссена Рентгена, тогда еще не очень известного ученого, в которой был дан ответ на вопрос, заданный девять лет назад. В этой работе Рентген путем тонких экспериментов и остроумных рассуждений доказал, что диэлектрик, не обладающий собственным зарядом, способен возбуждать электрический ток, когда он движется в однородном и постоянном электрическом поле.

По существу, это был тот самый ответ, который хотела получить академия. Если бы соискатель не опоздал так сильно со своей работой, он безусловно получил бы по праву полагающуюся ему премию. Возможно, он огорчился в связи со своим опозданием: если бы не оно, он получил бы первое официальное признание как серьезный ученый; но что поделать, формально он сам виноват, хотя никакой вины и не было, виновата уж скорей была академия, не подумавшая, что такую работу просто невозможно выполнить за меньшее время. Надо еще учесть скрупулезность и дотошность Рентгена: он ни одной строки не выпускал за своей подписью, пока не был абсолютно уверен в результате.

Но что значила неполученная премия по сравнению с теми, которые предстояло получить!

Работу свою Рентген опубликовал в том же 1888 году в виде статьи в журнале. После этого он работал с катодными лучами, потом со своими собственными, а вот потом и предстояло выбирать новую тему. И восемь лет после своего великого открытия он пытался ее найти! Применял новейшие методы исследований вещества, даже установил у себя в кабинете ультрамикроскоп, но дальше простого накопления случайных наблюдений дело не шло: не было генеральной идеи, стержня, на который можно было бы нанизать экспериментальные факты. Конечно, Рентген не надеялся, что еще раз снизойдет ему удача, как тогда, с лучами, — такое бывает раз в жизни. Но судьба была щедра к нему и предоставила еще один шанс: стоило только протянуть руку, и он бы открыл дифракцию рентгеновских лучей в кристаллах, а там уж рядом и рентгеноструктурный анализ, и вот вам обширное поле деятельности, которой хватило бы до конца жизни; расшифровкой строения кристаллов занимаются почти шестьдесят лет, и конца-краю еще не видно. Но второй раз Рентгену не повезло; он сделал почти все, что следовало бы, чтобы открыть дифракцию, но это маленькое «почти» — он

слишком близко расположил источник лучей от кристалла. И не открыл то, что через семнадцать лет после его попытки откроют его ученики.

Поэтому он искал новых проявлений сил природы. Его интересовали структура вещества, взаимодействие электрических и оптических процессов, механические воздействия на вещество, влияние электричества на магнитные и оптические свойства пространства. И он нашел наконец то, что искал. Вернее, нашел не он сам, а его ассистент, приехавший на стажировку из далекой России, молодой застенчивый человек, плохо говоривший по-немецки, по фамилии Иоффе, в будущем крупный советский ученый, академик, один из основателей отечественной физической науки. Причем нашел в некоторой мере случайно.

Когда Абрам Федорович Иоффе впервые переступил порог кабинета Рентгена — это было в 1903 году в Мюнхене, куда три года назад переехал Рентген, — тот был в зените славы. Однако великий физик тут же принял своего молодого коллегу и держал себя крайне просто и приветливо. Он расспросил Иоффе о его научных интересах. С грехом пополам, путая слова и времена глаголов, Иоффе объяснил, что его волнует природа запаха. Оказалось, что и Рентген часто задумывался над ней, хотя никому не говорил. Для начала профессор отправил нашего физика постигать основы основ — за два месяца Иоффе должен был проделать сто задач из студенческого практикума. Он успешно справился с ними и даже заслужил похвалу шефа. Затем Иоффе было поручено еще несколько исследований, заключавшихся в проверке работ других ученых.

Прошло еще несколько месяцев, и средства, отпущенные Иоффе на стажировку, кончились. Было жаль уезжать, так и не попробовав самостоятельной работы, тем более что Рентген как раз предложил молодому ученому заняться диссертацией под его собственным руководством. К счастью, Рентген нашел выход: он зачислил Иоффе на работу своим ассистентом. Пришлось отложить все побочные интересы в сторону, в том числе и работы по запаху, и энергично приняться за диссертационную тему. Некоторое время ушло на знакомство с литературой, а с весны 1904 года Иоффе начал эксперименты с кристаллами диэлектриков, пытаясь выяснить, влияют ли на их электропроводность различные виды излучения. В выборе темы, естественно, сказались склонности руководителя — она в какой-то мере примыкала к «току Рентгена».

В Физическом институте, которым руководил Рентген, была большая коллекция кристаллов диэлектриков — кварца, каменной соли и т. п., — и поэтому Иоффе решил не ехать на

каникулы, чтобы вволю поработать, так как Рентген уехал в Италию и можно было дать волю своему темпераменту и фантазии.

Через некоторое время Абрам Федорович — я называю его так, как мы привыкли к нему обращаться, хотя тогда ему было всего двадцать четыре года, — обнаружил любопытную закономерность. Оказалось, что ультрафиолетовый свет, рентгеновские лучи, лучи радия, даже нагрев и охлаждение — все изменяет величину тока в изоляторах. Не утерпев, Иоффе послал Рентгену письмо в Италию и получил в ответ обескуражившую его открытку: «Я жду от вас серьезной научной работы, а не сенсационных открытий. Рентген». Причина такого резкого ответа ясна — еще не заглохла эпопея с N-лучами.

Иоффе не мог перечить воле своего руководителя, но и не хотел бросать интересную тему. И предложил Рентгену компромисс: он согласен не публиковать этих «сенсационных» результатов, даже готов уехать из Мюнхена, если здесь эта тема встречает возражения, но хотел бы работу продолжить.

Рентген, несколько поостыв, разрешил все же Иоффе остаться в институте, но заходить к нему в комнату перестал и вообще не высказывал внешне ни малейшего интереса к его работе. А она тем не менее шла своим чередом, можно даже сказать, успешно — до того дня, когда Иоффе перешел к пластинам из каменной соли. С ними стало происходить нечто совершенно непонятное: их электропроводность после облучения рентгеновскими лучами без конца менялась в обе стороны: то повышалась в сотни раз, то исчезала вовсе. Иоффе подумал было, что плохо припаяны контакты; проверил — в порядке. Просмотрел заново схему всей установки — в порядке. А в результатах опыта — никакого, даже приблизительного, порядка нет. Вновь и вновь повторял он эксперименты, и, казалось уж, стоило махнуть рукой на них, как вдруг его осенило. Он заметил, что усиление тока происходит в тот момент, когда комнату заливает солнечный свет. Стоит же солнцу скрыться за облаками, ток уменьшается. Проверив несколько раз свою догадку на других кристаллах, предварительно облученных рентгеновскими лучами, и убедившись, что ошибки нет, Иоффе побежал к Рентгену.

Тот в это время проводил практику. Увидев возбужденного ассистента, он спросил его весьма иронично: «Еще одно сенсационное открытие?»

Тут уж Иоффе мог позволить себе удовольствие сказать «да». Рентген попросил объяснить, в чем дело. Но Иоффе не стал ничего объяснять, а повел шефа к себе в комнату и продемонстрировал открытие при помощи опускания и

поднимания штор. Рентген изумился, но не сдался: «Мало ли что может сделать солнце — а вот спичка?» Иоффе, еще даже не зная, чем все это кончится, опустил шторы, зажег спичку, поднес ее кристаллу. Ток вырос в несколько раз.

И тут Рентген сдался. «Давайте займемся вместе этим исследованием», — предложил он. Иоффе с радостью согласился. С радостью, что установлено доверие и что работать предстоит с лучшим экспериментатором того времени.

В своих воспоминаниях о работе с Рентгеном Абрам Федорович записал: «До самой смерти Рентгена, в течение почти двадцати лет, эта область осталась единственной его научной работой». К сожалению, работе этой не повезло. В 1906 году Иоффе уехал в Россию и, увидев там спад революционного движения, посчитал несовместимым со своими марксистскими убеждениями снова уезжать за границу. Он написал Рентгену, что не может вернуться, так как «совесть не позволяет оставить Родину в тот момент, когда торжествует реакция». Рентген вначале не на шутку рассердился — штатный ассистент не может самовольно покидать свою должность, особенно если учесть, что директор института представил его к профессорскому званию. Но позже он простил Иоффе самовольное бегство, поняв чувства, которые руководили этим поступком.

А. Ф. Иоффе не забросил совсем совместную работу: он приезжал в Мюнхен дважды в год для консультаций, а в перерыве продолжал вести исследования в Петербурге. До 1911 года работа вроде бы продвинулась, она занимала уже триста страниц текста, а наблюдениями были заполнены семнадцать тетрадей. Но Рентген со свойственной ему педантичностью все откладывал публикацию, чтобы отшлифовать каждую деталь работы. Как ни уговаривал Иоффе своего упрямого соавтора поспешить, тот все колебался. Иоффе недаром так настаивал: приближающаяся первая мировая война наверняка сделала бы невозможными не только встречи и переписку, но и совместное выступление в печати.

И он оказался прав в своих предчувствиях. В 1914 году война началась. Хорошо еще, что буквально за несколько месяцев до ее начала учитель и ученик успели встретиться и разделить свой труд на две части. Рентген взял себе исследование каменной соли, остальное должен был доделать Иоффе.

В 1920 году Рентген наконец опубликовал свою статью, сославшись при этом, что она выполнена совместно с советским физиком. Статья занимала двести страниц текста, и, по признанию самого Иоффе, вряд ли кто-нибудь смог дочитать ее до конца. Но зато, пишет Иоффе, она показала, что понимал его

учитель под «изложением фактов».

Абрам Федорович пошел более рациональным путем — он опубликовал свою часть работы в виде краткой сводки результатов, полученных на других кристаллах. Но Рентгену уже не суждено было ее увидеть, хотя он и успел до своей смерти придирчиво отредактировать каждую строку в ней.

Для этого советский ученый дважды ездил к своему учителю — в 1921 и 1922 годах. Рентген к этому времени уже вышел в отставку с поста директора Физического института и оставил за собой лишь скромную должность директора Метрологической лаборатории. Тем не менее он не потерял интереса к физике и к своему ученику. Он тепло и радушно принял его, хотя сделать это по тем временам было очень трудно. В Германии царила инфляция, все свои сбережения, хранимые в иностранной валюте, в том числе и Нобелевскую премию, Рентген во время войны сдал по требованию правительства. В результате известный физик только раз в неделю мог позволить себе роскошь поесть мяса, а угостить гостя из Советской России настоящим кофе представляло целую проблему.

Рентген выглядел грустным: его родина проиграла войну, жена умерла, умерли и многие из близких друзей, институт он оставил. Он искренне обрадовался приезду своего верного сотрудника и молодого друга и в знак своего расположения решил завещать Иоффе последнее, что у него осталось, — охотничий домик в Вальгейме. Ему казалось, что Иоффе, которого он считал своим научным преемником, сможет продолжить и другое любимое дело: в саду росли замечательные деревья и кусты, бережно выращиваемые самим хозяином на протяжении многих лет. Конечно, Иоффе, как ни жаль ему было огорчать старика, не мог принять этот дар — его ждала работа дома. Он уехал, а Рентген вновь остался один.

Он жил в одиночестве в своем загородном домике и, чтобы попасть в Мюнхен, проделывал почти ежедневно шестидесятикилометровые поездки на пригородном поезде; ездил он в вагоне третьего класса, на первый не было денег. С вокзала и на вокзал он нередко ходил пешком и даже здесь, в окружении самых будничных явлений, оставался исследователем. После войны в городе оказалось много витрин, пробитых пулями; от дырочек расходилась паутина трещин; Рентген часто останавливался у таких стекол и с интересом их разглядывал, пытаясь понять причину нового для себя явления.

Но вообще в то время он уже мало занимался наукой. Он читал лекции, руководил занятиями некоторых аспирантов, но самостоятельно не работал. Повторилась та же история, что и с

Вольтой — тот тоже сделал свое открытие в пятьдесят лет и тоже после этого практически ничего нового в науку не внес.

Один из выдающихся немецких физиков, нобелевский лауреат Макс Лауэ, с которым нам еще предстоит познакомиться, писал о Рентгене: «Часто спрашивают, почему этот человек после своего выдающегося открытия 1895–1896 годов так упорно воздерживался от дальнейших научных публикаций. Высказывалось много мотивов для объяснения этого факта, и некоторые из них были мало лестны для Рентгена. Я считаю все эти мотивы ложными. По моему мнению, впечатление от того открытия, которое он сделал, когда ему было пятьдесят лет, было таким сильным, что он никогда не мог от него освободиться».

Что ж, вот еще одна точка зрения. А по поводу малолестных объяснений ясно, о чем идет речь — о случайности: повезло, мол, просто. Я больше здесь не стану спорить с этой концепцией, о ней достаточно уже сказано и еще впереди о том речь будет. Конечно, нас интересовали бы не толки вокруг имени Рентгена, а его собственное мнение. Но, к сожалению, он лишил нас такой возможности.

Неизвестно, вел ли он дневник, как Дэви, где записывал свои мысли и где можно было бы после смерти найти ответ на интересовавшие всех вопросы; но это и не имеет значения. 10 февраля 1923 года, не дожив немного до семидесяти восьми лет, Рентген скончался от рака желудка, болезни, порожденной лучами, которым он дал жизнь. Умирая, он высказал свою последнюю волю: все бумаги, и личные и деловые, сжечь.

Душеприказчики ученого не могли ослушаться устного завещания. Вероятно, они были правы с юридической точки зрения, но кто знает, сколько сокровенных мыслей великого ученого погибло в огне камина.

Зато Абрам Федорович Иоффе точно знал, что в этом траурном пламени сгорел и его шестнадцатилетний труд, его совместная работа с Рентгеном. Он видел даже большой конверт, на котором было написано: «В случае моей смерти сжечь», он держал в руках статью — свою статью с подзаголовком «Частично совместно с В. К. Рентгеном», которую учитель надеялся вот-вот опубликовать, как только немного удалось бы улучшить формулировки, но, увы, сделать этого он уже не успел, и все записи Иоффе, в том числе и петербургского периода, погибли. Копии у него не было, по памяти восстановить работу было невозможно — разве шестнадцать лет удержишь в голове все факты и цифры! И следовало смириться с горькой мыслью: большая, важная, почетная — с кем сделана! — работа не существует. Вроде как и не было ее.

Это жестокий удар для любого ученого. Ибо что остается от него, кроме работ. Но горе от смерти учителя и друга было намного сильнее, и память о нем, восхищение им оказались выше личных переживаний. И, вспоминая великого ученого, академик Иоффе написал много лет спустя: «Рентген был большой и цельный человек в науке и жизни. Вся его личность, его деятельность и научная методология принадлежат прошлому. Но только на фундаменте, созданном физиками XIX века и, в частности, Рентгеном, могла появиться современная физика. Рентгенов ток был толчком к электронной теории, рентгеновы лучи — к электронике и атомистике. На прочном фундаменте выросло новое здание. Если яркая окраска иных деталей этого здания часто и противоречила его вкусу, то все же фундамент, материал и методы для постройки дал нам Рентген».

Под «яркими красками иных деталей» Иоффе подразумевает новые открытия, которые Рентген отказывался признать. Да, была у него такая странность. Об открытии самого Иоффе я уже говорил, но как ни смешно и грустно вспоминать, Рентген не верил вначале и в существование электронов. Не верил, и все тут. И запретил в своем институте даже упоминать это слово. И только в мае 1905 года, когда А. Ф. Иоффе предстояло защищать докторскую диссертацию и Рентген знал, что его ученик будет говорить на запрещенную тему, он, как бы между прочим, спросил его: «А вы верите, что существуют шарики, которые расплющиваются, когда движутся?» Иоффе ответил: «Да, я уверен, что они существуют, но мы не все о них знаем, а следовательно, надо их изучать».

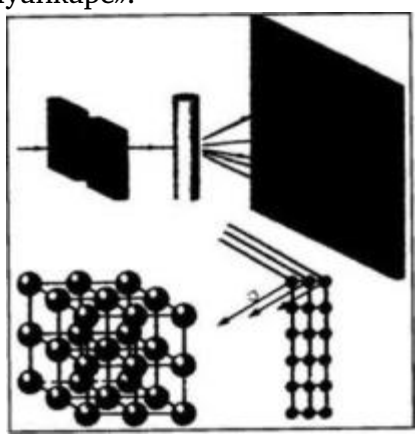
Что поделать, даже великие люди имеют странности; но не тем знамениты они, а созидательным трудом и умением признавать свою неправоту. Через два года после приведенного диалога «электронное табу» в Мюнхенском институте было отменено. Более того, Рентген, словно желая искупить вину за годы консерватизма, пригласил на кафедру теоретической физики самого Лоренца, автора электронной теории. Правда, тот не смог принять приглашение, и тогда Рентген настоял на кандидатуре Арнольда Зоммерфельда, одного из творцов квантовой теории строения атомов. Словом, он сделал все, чтобы Мюнхенский физический институт не пострадал от его былых заблуждений.

Надо сказать, с приходом новых молодых ученых институт начал новую жизнь, как бы обрел второе дыхание, и результат не замедлил сказаться. Именно здесь родилось новое замечательное открытие — дифракция рентгеновских лучей. Оно вполне закономерно имело мюнхенскую прописку, ибо, пожалуй, ни в

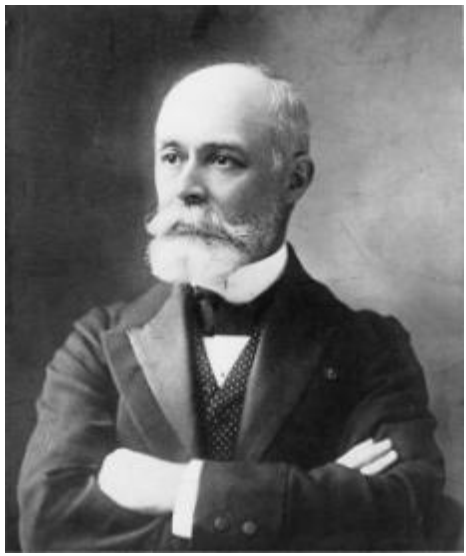
одном другом месте для него не было бы более благоприятной почвы: традиции классической физики, заложенные самим Рентгеном, и новые веяния, принесенные свежими силами. И еще некоторая доля везения, случайности, также по наследству переданная Рентгеном своим ученикам.

Сейчас самое время бы прямо перейти к этой замечательной истории. Для этого не надо покидать Мюнхен, многие действующие лица уже представлены, осталось немногое — свести их всех, а также несколько новичков на террасе кафе «Луц», поместить на буфетной стойке коробку шоколадных конфет, на которую будет заключено пари, и начать спор, который привел сначала к пари, а потом и к открытию.

Но историческая справедливость требует приостановить эту сцену, сохранить ее нетронутой, как на фотографии, до главы, а пока вернуться в 1896 год, в январь, когда была опубликована статья Рентгена, пересечь вслед за одним из экземпляров брошюры германо-французскую границу и отправиться по указанному на конверте адресу: «Париж, Академия наук, академику Анри Пуанкаре».



Глава 13. Открытие радиоактивности



Антуан Анри Беккерель 1852–1908

Париж, Академия наук. Понедельник 20 января 1896 года. Вторая половина дня. Около семидесяти членов академии, позабыв подобающую их сану невозмутимость, слушают сообщение Анри Пуанкаре, который сначала зачитывает статью Рентгена, а затем пускает по рядам первые рентгеновские снимки. Но это не авторские снимки; как и в Петербурге, они сделаны только недавно здесь же двумя академиками. На снимках запечатлен все тот же объект — кисть руки, но оттого, что кисть французская, она производит большее впечатление. Не из патриотических соображений, разумеется, а из-за точной воспроизводимости эксперимента.

Сообщение и демонстрация вызывают оживленную дискуссию. Анри Пуанкаре высказывает в ходе ее любопытную гипотезу: поскольку Х-лучи образуются в том месте трубки, где катодные лучи ударяются в стекло, и поскольку в этом месте на стенке образуется светящееся фосфоресцирующее пятно, то не логично ли сделать вывод отсюда, вопрошает Пуанкаре, что и сама фосфоресценция, без катодных лучей, может сопровождаться испусканием лучей Рентгена?

С точки зрения экспериментальной логики мысль вполне здравая: Пуанкаре не знал ведь тогда, что рентгеновские лучи образуются при ударе катодных лучей не обязательно в стекло, но

и в металл, и даже еще интенсивнее, и никакой фосфоресценции во втором случае не происходит. Этого в то время и сам Рентген еще не знал, трубку с антикатодом из металла он построил позже.

Поэтому гипотеза Пуанкаре взбудоражила многих ученых. Тут же все стали наперебой вспоминать, от чего происходит фосфоресценция. Блистали эрудицией, старались перещеголять друг друга. Море светится по ночам — раз. Северное сияние — два. Светлячки в лесу — три. Гниющее дерево — четыре. И рыба гниющая, еще Аристотель об этом писал, — это пять. А Галилей — помните, он описывал загадочный «болонский камень», как оказалось потом, обычный сернистый барий с примесью какого-то тяжелого металла. Это сколько же будет — шесть? Некоторые урановые соединения фосфоресцируют? Фосфоресцируют. Это уже семь. А еще…

Стоп. Хватит. Остальное неважно. И первые шесть пунктов — тоже. Важен только седьмой. Он окажется той единственной верной картой, которая принесет науке выигрыш. Ставить на эту карту будут многие из присутствующих — уже на другой день ученые начали проверять гипотезу Пуанкаре, — но повезет только одному из них — физику Беккерелю, сыну физика Беккереля, внуку физика Беккереля, отцу физика Беккереля.

Беккерель Первый — Антуан Сезар Беккерель, профессор, член Парижской академии наук. Положил начало семейному интересу к явлениям фосфоресценции, увидев однажды в Венеции, как светится Адриатическое море, и решил понять природу непонятного явления. Эта тема не была единственной в его творчестве: он занимался минералогией, пьезоэлектричеством, метеорологией, электрохимией, электрометаллургией, агрономией. Удивительно работоспособный человек, он дожил до девяноста лет и еще за несколько месяцев до смерти опубликовал свое очередное исследование.

Беккерель Второй — Александр Эдмонд Беккерель, профессор физики и руководитель Национального музея естественной истории. Такая же, как у отца, широта интересов, такая же работоспособность. Уже в восемнадцать лет становится его ассистентом и проводит исследование в области фосфоресценции — эта тема становится семейной. Он увлекался и другими проблемами: фотографией, электричеством, но главная тема его жизни все же фосфоресценция. В 1869 году он подвел итоги своим и чужим работам в данной области, напечатав книгу «Свет, его причины и действия». Через три года он начал исследовать фосфоресценцию урановых соединений и, как в свое время его отец, привлек к себе в помощь сына Анри — Беккереля Третьего,

двадцатилетнего студента Политехнической школы.

Годы ученья Анри Беккереля пролетают незаметно. Вскоре он получает направление в Институт путей сообщения на должность инженера. Кажется, карьера путейца никогда не приведет его к тому, чем занимались его предки, и уж тем более — к открытию радиоактивности. Но жизнь каждого из нас редко течет спокойно по одному и тому же руслу, она полна неожиданных поворотов. Так было и у Анри.

Он рано женился, женился по любви, на девушке, с которой дружил еще в лицее. И все казалось так хорошо устроенным в жизни. Но неожиданно молодая жена умерла, оставив ему сына — Жана Беккереля, Беккереля Четвертого, в будущем также профессора физики.

Тяжело переживая смерть жены, Анри решил покинуть ее дом, где ему немыслимо находиться, дом, полный воспоминаниями, и возвращается в родные пенаты — в квартиру отца при Музее естественной истории. И вновь оказывается в кругу научных интересов семьи Беккерелей. Примерно в это время он публикует свою первую научную работу в физическом журнале. Она понравилась, и двадцатитрехлетнего Беккереля пригласили преподавателем в ту самую Политехническую школу, которую он недавно окончил. Там он, повторяя карьеру Ампера, становится поначалу репетитором. Но и здесь ему недолго суждено пробыть. Через три года умирает дед, и Анри, как бы восстанавливая коалицию Беккерелей, переводится в музей ассистентом своего отца.

Подобная семейственность оказалась весьма полезной и для обоих Беккерелей, и для науки. За десять лет работы в музее Анри сумел подготовить прекрасную докторскую диссертацию, в которой продолжил работы деда и отца. Тридцать пять лет — возраст немалый для докторской диссертации, большинство физиков поднималось на эту ступень раньше. Но Анри не смущало это обстоятельство, и к тому же он с лихвой компенсировал себя за упущенное, уже в тридцать шесть лет став членом Парижской академии наук, а в сорок получив место профессора в Музее естественной истории, как и его отец.

В это же время он вторично женится — после четырнадцатилетнего перерыва, вновь покидает отчий дом, но теперь уже не насовсем, ибо он работает в нем и приходит туда ежедневно каждое утро.

Начинается вроде бы новый период жизни Анри Беккереля: новая семья, новая должность, новые заботы. Но будет ли еще что-нибудь новое в его научной биографии? Ему уже сорок лет.

Через четыре года он получит ответ на этот вопрос. А пока он

ведет интенсивную научную работу, не помышляет ни о каких лучах, занимается в основном двумя областями физики — магнитооптикой и фосфоресценцией. Первую из них он принял как эстафету от отца, вторую — от деда. И хотя первая более современна и актуальна для науки конца XIX века, к великому открытию приведет его именно вторая тема.

Потому что когда Анри Пуанкаре высказал свою гипотезу о связи фосфоресценции с рентгеновским излучением, то не было в зале человека, более подготовленного к проверке этой гипотезы, чем Анри Беккерель.

Однако это вовсе не значит, что он должен был успеть первым это сделать; как ни странно, но первые два сообщения доложили другие французские ученые — Шарль Анри и Нивенгловский.

Что сделал Шарль Анри? Он взял фотопластинку, завернул ее в черную бумагу, а сверху положил кусочек сернистого цинка. Затем выставил ее на солнце, чтобы его лучи вызвали фосфоресценцию минерала, а та, в свою очередь, вызвала бы появление рентгеновских лучей — если Пуанкаре прав. Через некоторое время Анри проявил пластинку и увидел на ней темные пятна, напоминающие по очертаниям кусок сернистого цинка. Значит, Пуанкаре прав?

Этот вопрос Шарль Анри задал себе и другим членам академии 10 февраля, после того, как сообщил о результатах эксперимента. Большинство склонно было считать, что дело обстоит именно так. Некоторые сомневались, достаточно ли одной серии опытов с одним только соединением.

На следующем заседании сделал доклад Нивенгловский. Он слово в слово повторил все, что говорил Анри, за небольшим исключением: в качестве фосфоресцирующего вещества он брал сернистый кальций. Сомнений в справедливости гипотезы Пуанкаре почти не оставалось. Тут еще выступил член академии Трост, который, оказывается, тоже проделал подобные опыты и получил те же результаты, но, в отличие от своих коллег, он закончил более безаппеляционно: «Выбросьте свои трубки, стеклянные трубки Крукса. Невидимые Х-лучи можно получить всюду, где есть фосфоресцирующие вещества».

Любопытная складывалась ситуация: все говорило о том, что фосфоресценция и Х-лучи — близнецы-братья, хотя на самом деле ничего подобного быть не могло; но это было неизвестно да поры до времени. И самое удивительное здесь, что последнее сомнение в справедливости гипотезы Пуанкаре отбросил Беккерель, хотя он же через месяц будет доказывать ее полную несостоятельность. Но 24 февраля, выступая перед академиками

со своим первым сообщением, он, крупный и признанный специалист по фосфоресценции, авторитетно подтвердил, что если положить на фотопластинку, обернутую в черную бумагу, вещество, способное фосфоресцировать под действием солнечных лучей, и если солнечные лучи направить на это вещество, то эмульсия окажется засвеченной, причем контуры изображения совпадут с контурами кристалла. Одно только новое отличие добавил Беккерель: клал он на фотопластинку соединение урана.

Он не говорил тогда подробно, как проходил сам опыт, хотя потом, через несколько дней, будет вспоминать каждую его деталь, а через несколько месяцев за этими деталями будут охотиться журналисты и историки науки.

А было это так. Стояло солнечное февральское утро — половина эксперимента уже была обеспечена самой природой; фотопластинки лежали наготове; в шкафу находилась коллекция фосфоресцирующих минералов, собранная еще отцом, лучшая в Париже; оставалось выбрать из них один — и за дело.

И здесь происходит первый поворот судьбы, приведший к совсем иным, чем ожидалось, результатам. Беккерель решил выбрать из большой коллекции соли урана, наиболее сильные по яркости свечения. Он взял флакон, высыпал из него кристаллики на фотопластинку, но оказалось, что вещества совсем немного, явно недостаточно, чтобы как следует засветить эмульсию. А где же остальное количество? Тут Беккерель вспомнил, что большую часть содержимого флакона одолжил для экспериментов одному из своих коллег, работающему в Сорбонне.

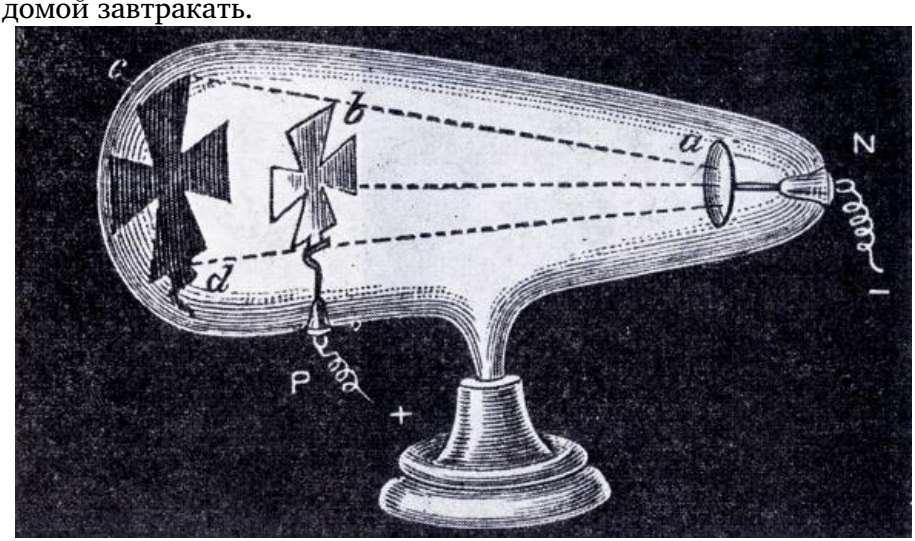
Что же делать? Послать одного из сотрудников в Сорбонну? Но время, время-то уходит, зимнее солнце светит всего несколько часов. Однако другого выхода нет. Курьер уходит с наказом вернуться как можно быстрее, а ученый нетерпеливо мерит шагами тесную лабораторию. Через несколько часов ожидания ему становится ясно, что сегодняшний день для опыта погиб. И точно: когда курьер наконец приносит долгожданную посылку, солнце уже начинает садиться, и приходится, как ни жаль, переносить все на следующее утро. А неизвестно еще, каким оно будет.

Проснувшись на другой день, Беккерель успокоился: солнце по-прежнему светило ярко. Наспех позавтракав, ученый устремился в свою лабораторию. По дороге он поглядывал на небо; нет, кажется, облаков не предвидится. Придя к себе, хотел было тут же начать опыт, но вдруг сообразил, что не сделал элементарной вещи — не поставил контрольный эксперимент, чтобы проверить качество самой эмульсии и плотность бумаги. Ну как тут не расстроиться: такая непростительная глупость! Но

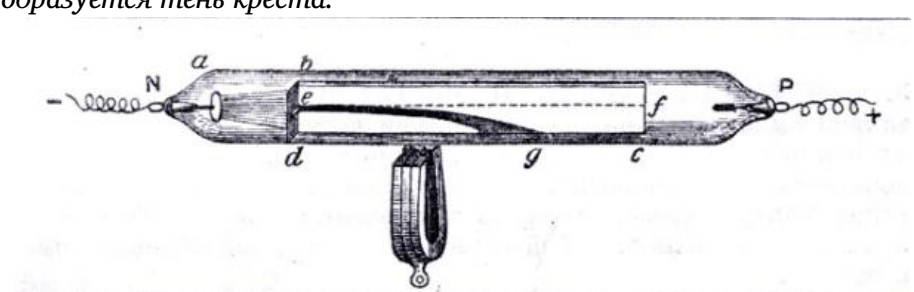
ничего не попишешь, приходится заворачивать фотопластинку в бумагу и выставлять пока еще без всяких кристаллов на окно. И хотя обычно для эксперимента достаточно нескольких часов, Анри, чтобы не рисковать, не трогает пластинку до самого захода солнца. И все это время ругает себя, что не догадался сделать это вчера, когда ждал соль урана, — не пропал бы целый день.

Вечером, проявив пластинку, Анри убедился, что эмульсия хорошего качества, также как и бумага; значит, опыт будет чистым. Завтрашний опыт.

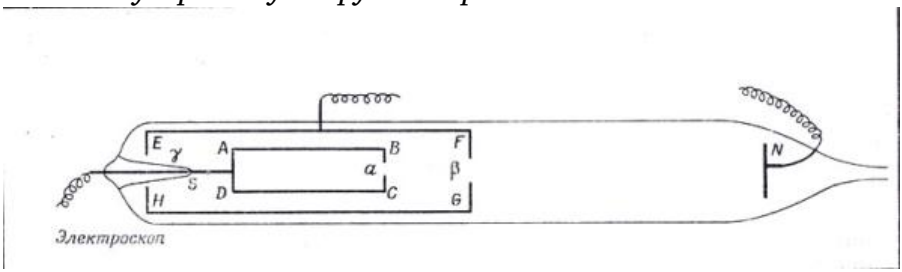
На другой день все повторяется — утренняя спешка и поглядывание на небо, причем спешка такова, что Беккерель решает уйти не завтракая, чтобы не упустить солнце, хотя повторяется и яркое солнечное утро. Теперь Беккерель уверенно кладет на завернутую фотопластинку урановую соль и уж совсем было собирается положить ее на окно, но… опять на ходу меняет план опыта и между пластинкой и ураном кладет вырезанные из металла фигурки. Вот теперь он удовлетворен вполне и уезжает домой завтракать.



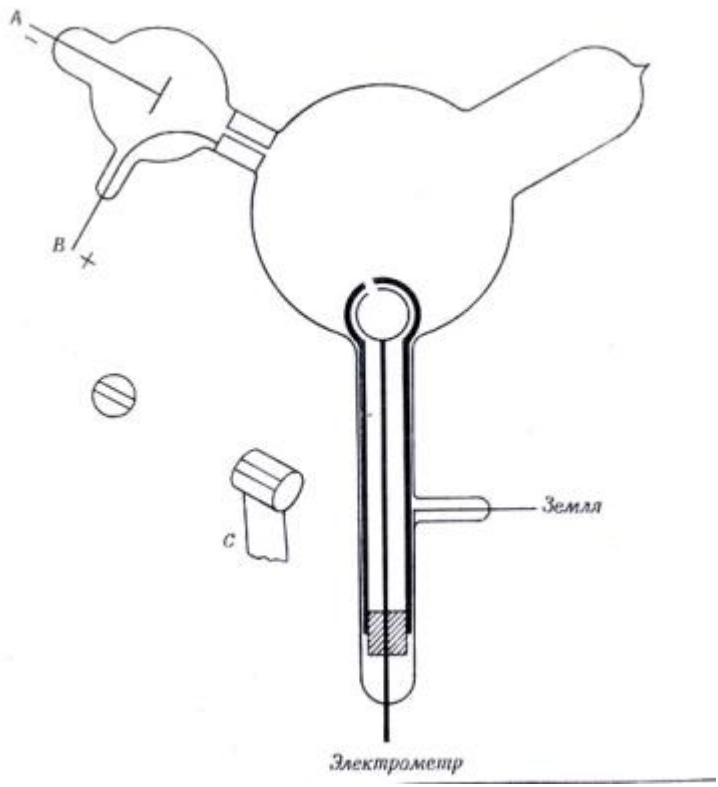
Опыт Крукса, доказывающий прямолинейность распространения катодных лучей. Лучи, выходящие из катода a, задерживаются алюминиевым крестом b, и на стекле трубки образуется тень креста.



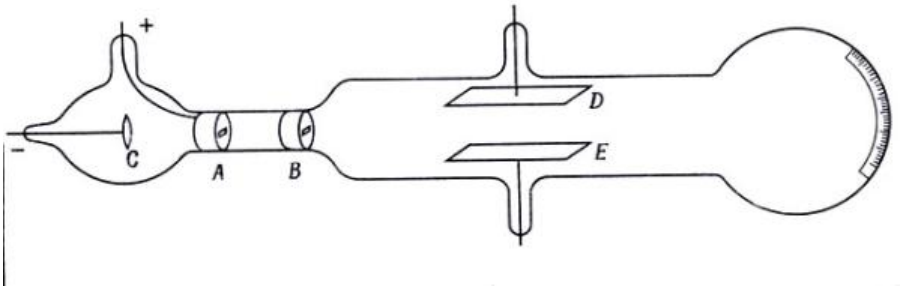
Молекулярные лучи Крукса искривляются в машитном поле.



Экспериментальная установка Перрена. N — катод; цилиндр ABCD, защищенный цилиндром EFGH, является анодом и соединен с электроскопом. При работе трубки цилиндр заряжается отрицательно. Если N — анод, а цилиндр — катод, то электроскоп заряжается положительно.



Томсоновский вариант трубки Перрена. Катодные лучи, выходящие из катода A и ограниченные металлической диафрагмой, попадают на стенки трубки, вызывая ее флуоресценцию.



Катодные лучи, испускаемые катодом С, проходят после щелей А и В между двумя пластинами Д и Е и вызывают флуоресцирующее пятно на стекле трубки, к которому прикреплена шкала.

Кажется, первый раз за последние три дня он может позволить себе поесть спокойно, никуда не торопясь, время сейчас работает на него. Пока он ест, пьет кофе, разговаривает с женой, поглядывая в окно, солнечные лучи делают свое дело. Ему, конечно, не терпится поскорее вернуться в музей, но он заставляет себя не спешить, придумывает различные поводы, чтобы задержаться еще на час, потом еще на полчаса, потом на десять минут. Он понимает, что, придя в лабораторию, может не удержаться и слишком рано проявить пластинку и испортить опыт, который и так задержался; а дома волей-неволей он вынужден бездействовать. Наконец решив, что пора, Беккерель уже второй раз за этот день отправляется в музей. Когда он возвращается в свою лабораторию и смотрит на часы, оказывается, что отсутствовал он четыре часа. Этого времени достаточно для Х-лучей, если они образуются, чтобы воздействовать на фотоэмульсию.

Он снял с подоконника пластинку, унес ее в темную комнату, развернул бумагу и осторожно опустил в кювету с проявителем. Потянулись долгие мгновения, напоминающие первый эксперимент Рентгена, когда он вот точно так же гадал, появится на пластинке что-нибудь или нет.

Когда Беккерель вынул обработанную фотопластинку, он увидел почти то же, что за три с половиной месяца до него наблюдал Рентген: отчетливый силуэт металлических фигурок, намного более четкий, чем в опытах с сернистыми соединениями. Ну что ж, значит, все правильно: это след Х-лучей. А откуда они могут взяться здесь? Только вследствие фосфоресценции. Молодец Пуанкаре!

Но Беккерель не сел тут же писать своему коллеге и другу поздравительную записку. Кровь Беккерелей не позволяла ему сделать опрометчивый для экспериментатора шаг: один раз «да»

это еще не значит «да». Эксперимент должен воспроизводиться многократно.

И Анри, возбужденный и ликующий, торопящийся сообщить о своей удаче и об удаче Пуанкаре, все же сдерживает себя и повторяет все сначала. Но с небольшими вариациями. Он кладет на пластинку монету — и получает ее отпечаток; кладет на пластинку ключ — и получает его след. Потом делает опыт еще более чистым: каждый кристаллик помещает на тонкое стекло, чтоб избежать попадания на эмульсию каких-нибудь паров соли, если бы они появились под действием солнечного тепла. Запомним этот опыт; сейчас он демонстрирует прекрасное владение методикой, а чуть позже продемонстрирует неожиданную забывчивость или несообразительность Беккереля.

Проявив пластинки, Беккерель видит, что стекло не оказало никакого задерживающего влияния на лучи, словно бы его и не было.

Ну вот, теперь можно подводить черту.

И Беккерель подводит ее в своем сообщении, которое он делает на заседании академии 24 февраля — через две недели после доклада Шарля Анри и через месяц после выступления Пуанкаре. Он имеет честь сообщить своим товарищам, что соли урана, облученные солнечным светом, порождают Х-лучи, открытые доктором Рентгеном. Каков механизм их образования в данном случае, он пока еще не знает, но постарается выяснить это в ближайшем будущем, после того, как продолжит свои исследования. Разумеется, добавил он, если погода будет им благоприятствовать.

Во вторник 25 февраля казалось, что природа не имеет ничего против намерений французского физика. Но в среду все изменилось: солнце спряталось, стало хмуро и неуютно; хмуро на небе и неуютно на душе, ибо все подготовлено к новому опыту, а ставить его не с чем — погасло дневное светило.

Ну что ж делать: уметь ждать — одно из главных качеств экспериментатора, это Анри неоднократно слышал от деда и отца и сам неоднократно говорил своему сыну. Значит, надо ждать. Беккерель собрал приготовленные пластинки, кусочки урановой соли и сунул все это в ящик своего стола до лучших времен.

В четверг 27 февраля они еще не наступили. В пятницу 28-го над Парижем по-прежнему висели тучи. В субботу 29-го ничего не изменилось, разве что кончился февраль.

Вероятно, это сыграло какую-то роль, потому что приход весны ознаменовался появлением солнца. Было нечто символическое в том, что новый опыт после вынужденного перерыва Беккерель начинает 1 марта — в первый день месяца, в

первый день весны. Он не знал утром, каков будет результат этого дня, просто было приятно начинать в такой славный день. А потом, когда результат обнаружится, Беккерель и впрямь уверует в счастливое совпадение: весна атомной физики началась весной 1896 года.

А пока что он вынимает из ящика пачку фотопластинок, кристаллики урановой соли и намеревается продолжить прежние опыты. И в последний момент, как и несколько дней назад, откладывает это намерение на полчаса-час и решает сначала проверить фотопластинки — все-таки они лежали вместе с химическим веществом в душном ящике; не то чтобы он думал, что с ними могло что-нибудь произойти за несколько суток, но условия опыта — прошлого и теперешнего — должны быть одинаковыми. Тогда он убедился в качестве фотоэмульсии, надо и теперь это сделать. Пусть он педант, но в науке от этого качества никто еще не страдал, а небрежность, напротив, дорого обходится. И, решив таким образом сам с собой эту маленькую нравственную проблему, Беккерель взял пластинки, отправился в темную комнату и проявил их.

И обомлел.

На фотопластинках четко выделялись силуэты урановых образцов. Не веря своим глазам, Анри подошел к окну. Да нет, не померещилось — тут действительно ясные следы излучения. Но помилуй бог, какого? Откуда могли взяться в ящике стола рентгеновские лучи, если для их появления необходим солнечный свет?

Ничего пока не понимая, Беккерель решает повторить случайный опыт. Он укладывает в светонепроницаемую коробку две фотопластинки и насыпает на них урановую соль; но в первой между солью и эмульсией помещает стеклышко, а во второй — алюминиевую пластинку. Коробку тщательно закрывает и для верности оставляет еще в темной комнате. И не заходит туда пять часов.

О чем он думает в эти долгие часы? Благословляет небо за три пасмурных дня? Хвалит себя за аккуратность в работе? С нежностью думает об отце, собравшем замечательную коллекцию фосфоресцирующих веществ? Наверное. Но скорее всего он обращается не в прошлое, а в будущее, размышляет над природой непонятного явления, но вместе с тем обрывает себя — о чем размышлять, когда нет достаточного количества фактов, всего одно случайное наблюдение. Но фантазия, неуемная фантазия талантливого физика, дьявольская научная интуиция, о которой не раз говорили его друзья, возвращает его вновь и вновь к загадочному явлению. Может быть, он открыл новые лучи,

подобные рентгеновским?

Через пять часов, уже к вечеру, измучившись порядком, он входит в темную комнату, вынимает пластинки из коробки, проявляет их. Нет, то был не случай, не наваждение, не ошибка — силуэты образцов четко видны. Значит, какие-то лучи все-таки образуются в солях урана. И они похожи на Х-лучи — так же легко проходят сквозь непрозрачные тела. Но откуда они берутся? — в который раз спрашивает себя Беккерель. Света нет, следовательно, не должно быть и фосфоресценции. А лучи есть. Но из ничего нечто образоваться не может. Значит, это излучение уже было в кристаллах, оно не связано с внешним воздействием на вещество, оно принадлежит ему самому, оно его свойство, как цвет, как запах. Но может ли такое быть? Ведь ничего подобного никто никогда не наблюдал. А может, это невидимая фосфоресценция?

Беккерель вновь начинает от печки. Солнечного света нет? Нет. Фосфоресценции, следовательно, нет? Видимо, нет. Потемнение эмульсии есть? Есть. Непосредственное воздействие паров вещества исключено? Исключено. Что остается? Лучи. Какие? Похожие на рентгеновские. А может быть, просто рентгеновские? Может быть. Хотя маловероятно — условия их образования совсем иные: в катодных трубках энергия подводится извне, а тут никакой энергии ниоткуда не поступает. Значит, соли урана уже имеют ее. Ага, это идея. Ведь он работал только с одной солью — калийуранилсульфатом; надо бы попробовать другие, благо вот они стоят в заветном шкафу. Но сегодня не успеть.

Сегодня уже кончается, уже почти наступило завтра. А в понедельник с утра заседание академии. И надо сообщить пока то, что уже получено. Анри понимает, сколько вопросов, сколько «почему» обрушат на него завтра… нет, уже сегодня его коллеги, и на большинство он не сможет ответить, и это не по душе ему, но и ждать тоже нельзя: проверкой гипотезы Пуанкаре занимаются многие и почти уже все поддерживают ее, а ему придется… Пуанкаре его друг, и жаль, конечно, огорчать тезку, но истина дороже. Между фосфоресценцией и Х-лучами он связи не видит. Может быть, есть еще какая-то невидимая фосфоресценция…

2 марта 1896 года. Очередное заседание Парижской Академии наук. Члены академии неторопливо рассаживаются по своим привычным местам, обмениваются впечатлениями о проведенном воскресенье, о погоде, о наступившей весне, скоро весенние каникулы. Еще никто не подозревает, что через несколько минут они услышат нечто такое, что заставит их

позабыть о весне, а некоторых и изменить планы каникул.

Но вот берет слово Анри Беккерель и очень сдержанно, скупо сообщает о том, как он провел вчерашнее воскресенье. Его формулировки осторожны, он оперирует только фактами, выводы предоставляет делать другим, но всем становится ясно, что речь идет о новом открытии.

Дальше начинается то, чего так боялся Беккерель, ибо он к этому пока не вполне готов: начинается поток вопросов.

Вы повторяли опыты Шарля Анри и Нивенгловского? Повторял. Вы наблюдали, как и они, почернение эмульсии под действием фосфоресценции сернистых металлов? Наблюдал. Доказывает это гипотезу Пуанкаре? Не знаю. Помилуйте, вы же сами утверждали, что это превосходно ее доказывает! Утверждал, но теперь появились новые факты, которые гипотезе противоречат. Но они противоречат и другим фактам — как это вы объясните? Не знаю, надо разобраться, может быть, к следующему заседанию что-нибудь прояснится.

И Беккерель начал разбираться. Собственно, что он мог сделать? Вновь повторить опыты с фосфоресценцией сернистых металлов. Все начинается сначала: пластинки — соль — солнце — проявление. Но результат — результат не повторяется. Никаких следов. Что за чертовщина! Анри вновь ставит опыт, и вновь пластинки оказываются совершенно чистыми. Он увеличивает время экспозиции, целыми днями держит кристаллы на солнце, освещает их яркими вспышками магния — никакого впечатления. Фосфоресценция есть, излучения нет.

На следующем заседании академии Беккерель вынужден в очередной раз огорошить физиков: опыты Шарля Анри и Нивенгловского, как и его собственные прежние опыты с сернистыми металлами, не воспроизводятся. Как он это объясняет? Увы, пока никак.

В этом месте мне так и хочется напомнить Беккерелю его же собственные опыты со стеклами. Ведь для чего он их подкладывал? Чтобы избежать возможного химического взаимодействия паров солей урана и фотоэмульсии. А сернистые металлы — разве они не могут разлагаться на солнце, особенно при длительном стоянии, и разве сернистый газ, выделяясь и проходя сквозь поры бумаги, не может восстановить серебро фотоэмульсии? Может, конечно же может. И хотя Беккерель не химик, он это должен знать, недаром одна из его работ посвящена фотографии. Так почему же он, имея это в виду всего несколько дней назад, вдруг начисто забывает свои же собственные опасения, и забывает надолго, ибо и через несколько лет пишет, что не знает, как объяснить метаморфозы с

активностью сернистых металлов. Странно, не правда ли?

Но в двух вещах Беккерель уверен абсолютно: в том, что гипотеза Пуанкаре ошибочна, и в том, что ему удалось открыть какое-то новое излучение, наподобие фосфоресценции, какую-то невидимую ее разновидность.

Для доказательства своей правоты Беккерель ставит опыты с другими солями урана, с теми, которые не способны фосфоресцировать. И что же? Картина аналогична: фотопластинки оказываются засвеченными.

И тогда Беккерель впервые, еще в очень робкой форме, высказывает предположение, которому суждено оправдаться и изменить мир, принести человечеству радость мирного освоения атома и горе Хиросимы: он говорит, что уран, быть может, представляет собой «первый пример металла, обнаруживающего свойство, подобное невидимой фосфоресценции».

Да, недаром Беккереля считали наделенным замечательной научной интуицией. Он, не зная еще толком, что открыл, предвидит наступление атомного века.

Но пока это только туманные соображения, а ему, потомственному экспериментатору, нужны факты. И он продолжает эксперименты с новым излучением. Идея их покоряюще проста. Прежде всего он доказывает, что с течением времени интенсивность излучения одного и того же образца не меняется. Потом он подносит кусочек урановой соли к заряженному электроскопу и видит, как опадают его листочки; это означает, что новое излучение способно разряжать наэлектризованные тела. Причем он не ограничивается констатацией любопытного факта, он его обрабатывает количественно, замеряя по степени опадания листочков золота скорость и продолжительность разряда.

На это ушел еще месяц. 23 марта Анри Беккерель вновь поднимается на трибуну академии и сообщает о достигнутом. Сомневающихся в новом открытии стало значительно меньше. Свойства беккерелевых лучей отличаются от рентгеновских, хотя и имеют много общего. Но главное — они не походят на фосфоресценцию, несмотря на то что сам автор полагал вначале, что открыл именно какую-то ее разновидность. Но тогда члены академии вправе задать резонный вопрос: а что же, собственно, открыл месье Беккерель? И снова звучит: «Пока не знаю».

Пожалуй, это было последнее «не знаю» — через пять месяцев Беккерель ответит на вопрос и впервые произнесет: «урановые лучи». Собственно, он мог бы сделать это и раньше, через два месяца, но, когда он почти подошел к искомому ответу, тот вновь, как мираж в пустыне, отодвинулся от него.

В новой серии опытов Беккерель как бы начал борьбу с невидимым излучением, стремясь не вызвать его, как раньше, а наоборот, уничтожить. Чего он только не делал для этого: нагревал в темноте кристаллы уранила, чтобы удалить из них кристаллизационную воду, — не помогало; растворял кристалл в его собственной воде — не помогало; охлаждал пробирку и снова закристаллизовывал соль — не помогало. Излучение не исчезало; словно ванька-встанька, которого наклоняют, а он поднимается, лучи продолжали оставлять свои следы на чувствительных фотопластинках.

Раздумывая над всеми проделанными опытами, Беккерель подметил одну характерную особенность: излучали любые соединения, в которые входил уран, и вместе с тем соли других металлов никакого эффекта не давали. Подметив эту особенность, Беккерель решил попробовать сам уран в виде металла. По идее, он тоже должен излучать, но кто его знает, может, металлическое состояние как раз препятствует излучению. Словом, нужен был опыт с ураном. А для этого нужен был сам уран. А вот его-то как раз у Беккереля и не было.

И 18 мая, когда Беккерель в очередной раз докладывал членам академии о своих результатах, он все еще не мог произнести магическую фразу «урановые лучи». Он рассказал обо всех своих опытах, он подчеркнул, что уран непременно сопутствует излучению, но последнего, решающего слова не произнес: не позволила научная добросовестность. Он ограничился лишь тем, что сказал о своем намерении исследовать чистый уран.

Достать его в Париже можно было только у одного человека — у Анри Муассана, химика из Фармацевтического института. Он как раз недавно нашел способ выделения чистого металла из урановой руды и теперь заканчивал свое исследование, рассчитывая уже к концу года опубликовать результаты.

Уран был необычным элементом и по своей биографии, и по месту в Менделеевской таблице — он замыкал ее. Мало того, что уран открывали два раза, прежде чем открыли на самом деле, так еще и атомный вес его был определен неправильно. И когда Дмитрий Иванович Менделеев расставил элементы по клеткам созданной им таблицы, уран, что называется, не лез ни в какие ворота. И тут Менделеев еще раз продемонстрировал свою величайшую проницательность. Раз атомный вес урана не соответствует предполагаемому месту, заявил он, это не значит, что место выбрано неправильно, это значит, что неправильно установлен атомный вес. И он самовольно изменил цифру в соответствии со своей теорией периодичности, предсказав, что

химики вскоре убедятся в его правоте. И так и случилось. Мало того, Дмитрий Иванович каким-то особым внутренним чутьем угадал в этом самом тяжелом по тем временам элементе новые возможности, не открытые еще наукой, и не побоялся во всеуслышание заявить об этом: «Убежденный в том, что исследование урана, начиная с его природных источников, поведет еще ко многим новым открытиям, я смело рекомендую тем, кто ищет предметов для новых исследований, особо тщательно заниматься урановыми соединениями».

Дмитрий Иванович Менделеев 1834–1907

Но в то время, в конце XIX века, ураном еще мало кто занимался; один химик на весь Париж — не густо.

Беккерель был знаком с Муассаном и поэтому сразу же обратился к нему с просьбой ссудить немного металлического урана. Муассан, конечно, был бы рад оказать эту маленькую услугу своему знаменитому собрату, но, к сожалению, в данный момент не мог этого сделать: он еще сам не получил достаточного количества металлического урана. Но, разумеется, когда он закончит, то непременно тут же, со всей душой. Какие могут быть счеты между учеными, только чуть-чуть терпения.

Чего-чего, а терпения у Беккереля было в достатке: его

хватило вначале на то, чтобы ждать, пока Муассан получит уран, а потом и на то еще, чтобы ждать, пока он обнародует свое исследование. Научная этика не позволяла ему сообщить о своих опытах с металлическим ураном раньше, чем Муассан сообщит о своих.

А Беккерелю было что сказать. И какую же надо иметь выдержку, какое понятие о порядочности, чтобы не оповестить тут же весь мир: чистый уран испускает лучи гораздо интенсивнее всех своих соединений!

И только 23 ноября все того же 1896 года, когда Муассан на заседании Парижской академии доложил о своем методе получения чистого урана, Беккерель взял слово, чтобы рассказать, каким необычным свойством обладает этот элемент. И вот только тогда Беккерель назвал открытые им лучи урановыми.

Анри Муассан 1852–1907

Итак, в том же году, когда мир узнал об открытии лучей Рентгена, которые тот назвал Х-лучами, были открыты еще одни лучи; Беккерель назвал их поначалу урановыми, другие ученые поначалу называли их беккерелевыми. Но если рентгеновские лучи так и остались навсегда едиными и неделимыми, то целостности лучей Беккереля скоро пришел конец: ученые обнаружили в них три составные части, три сорта лучей, и термин «лучи Беккереля» перестал существовать, хотя заслуга французского ученого, впервые открывшего радиоактивность, не забывалась никем и никогда.

Правда, поначалу, как ни странно, его заслуга перед человечеством, перед наукой, перед Францией, наконец, не была оценена по достоинству на его родине. 21 декабря 1896 года президент Академии наук на годичном заседании, подводя итоги

прошедшего года, умудрился почти ничего не сказать об открытии Беккереля. В то же время он всячески подчеркивал величие открытия Рентгена. Один из основных французских научных журналов поместил годовой обзор работ 1896 года, и в нем о Беккереле — всего несколько слов. И только Пуанкаре по достоинству оценил вклад Беккереля, не без поэтического изящества сказав, что тот добавил «новые лучи к славе своей династии». Хотя как раз Пуанкаре и мог бы быть менее объективным или, во всяком случае, более сдержанным — открытие Беккереля зачеркивало его гипотезу.

Конечно, ситуация, сложившаяся в конце 1896 года, явно несправедлива по отношению к Беккерелю, но тому есть объективные причины. Прежде всего: чтобы оценить открытие радиоактивности, надо его суметь понять, а понять ученые тогда еще не могли, понадобилось несколько лет и несколько новых открытий на базе открытия Беккереля, чтобы все стало на свои места. Открытие Рентгена, напротив, в какой-то мере было понятным с самого начала, во всяком случае в том отношении, что оно имеет огромное значение для медицины. А что мог предложить Беккерель со своими лучами — куда их пристроить, где использовать? Он этого пока сам не знал, более того — он не мог даже правильно истолковать их природу. Не по своей вине, конечно: уровень науки не позволял этого сделать еще по крайней мере два года; только в следующем году был открыт электрон, только через два года — радий и другие радиоактивные элементы.

Даже такие корифеи физики, как англичане лорд Кельвин, Рамзай, Стокс, посетившие Беккереля в конце 1896 года, и те не могли взять в толк, откуда в уране берется энергия для излучения и почему она никак не иссякнет. Лорд Кельвин даже склонен был поддержать точку зрения французского коллеги, который полагал, что уран получает энергию откуда-то извне, аккумулирует ее в себе, а потом уж выдает обратно в виде лучей. Через несколько лет, когда были открыты радиоактивные элементы, ошибочность этого предположения стала ясна всем и самому автору в том числе. Но до тех пор он не мог предложить ничего лучшего. Отсюда и неясность, как использовать его открытие.

Еще одно обстоятельство сдерживало ученых от восторгов: существовала некоторая настороженность по отношению к открытиям новых лучей — я уж говорил об этом в связи с Рентгеном. Вероятно, этот же тормоз и здесь сыграл свою роль.

И, наконец, последняя причина, которую можно было бы привести в качестве объяснения некоторого прохладного

отношения к Беккерелю и его лучам, заключалась в том, что открытие его, как тут же все вспомнили, собственно, не было таким уж новым открытием. Повторилась старая история, печально знакомая и Вольте, и Эрстеду, и Рентгену: у Беккереля нашлись предшественники. Не один и не два — целых три.

Первый был его соотечественником. Имя: Ньепс де Сен-Виктор. Время работы: тридцать лет назад. Должность: лейтенант муниципальной гвардии в Париже. В то время естествознанием можно было заниматься между делом, если дел особых по службе нет. И молодой лейтенант время от времени экспериментировал с фотопластинками, пытаясь установить, влияет ли свет на способность некоторых химических веществ восстанавливать серебро. Он даже иногда выступал в академии с сообщениями на эту тему. Но его опыты мало кого интересовали, их слушали-то, наверное, только из вежливости.

Однажды, получив в очередной раз милостивое разрешение поведать почтенным академикам о своих скромных опытах, Ньепс сообщил нечто удивительное: листок картона, пропитанный раствором уранила — того самого! — и полежавший несколько месяцев в закрытом футляре вместе с фотопластинкой, засветил ее, словно она лежала на ярком свету. Но удивился этому феномену только сам Ньепс, академики не прореагировали должным образом, то ли посчитав, что опыт поставлен небрежно, то ли не поняв, что он значит. Да и сам Ньепс, смущаясь, пробормотал что-то насчет химической природы испускаемых урановой солью лучей. Лучевой лихорадки тогда еще не было, и этому сообщению не придали никакого значения.

Но вскоре наблюдение Ньепса де Сен-Виктора подтвердил итальянский химик Артодон, работавший в Турине. Казалось, теперь уже следует насторожиться: два человека, работающие в разных странах, не сговариваясь, сообщают о каких-то таинственных явлениях, и долг академии всерьез заняться проверкой таких странных фактов. Но академия по-прежнему безмолвствует.

Третий ученый, кто был близок к открытию радиоактивности, — Сильванус Томпсон. В отличие от первых двух, он работал не на континенте, а в Англии, и не за тридцать лет до Беккереля, а почти в одно время с ним. Метод его работы был близок методу Беккереля: он также брал пластинки, заворачивал их в черную бумагу, на бумагу клал металлические фигурки, на них — образцы исследуемых веществ. Никакой генеральной идеи у него, судя по всему, не было, потому что исследовал он самые разнообразные вещества: полевой шпат, сульфиды металлов, нитрат уранила, урановое стекло и т. д. —

без всякой системы. Потом он проявлял пластинки и смотрел, отпечатывается ли на них что-нибудь. И заметил, что на одних ничего не отпечатывалось, на других появляются какие-то следы. Причем каждый раз это были пластинки, на которых лежало какое-нибудь урановое соединение.

Поразмыслив над этим казусом, Томпсон весьма здраво решил, что дело здесь, вероятно, в том, что эти вещества выделяют какое-то проникающее излучение. Но, так же как и Беккерель, он подумал, что здесь не обходится без фосфоресценции — она источник этого излучения. Беккерелю, правда, это заблуждение не помешало вплотную заняться ураном, а Томпсона увлекла совсем другая идея; ему показалось непонятным, как это фосфоресценция, вызываемая светом, может порождать излучение. Это явно противоречило закону Стокса, по которому все должно было быть как раз наоборот — длине волны излучения следовало быть больше длины волны света. Ничего не зная о работах Беккереля, Томпсон написал о своих опытах Джорджу Стоксу, тот попытался объяснить ему, что здесь главное и мимо чего он прошел, но кончил письмо весьма пессимистически: «Я опасаюсь, что вы уже опережены Беккерелем».

Можно представить себе состояние Томпсона, который вдруг понял, что упустил интересное открытие. Он, конечно, бросился сообщать о нем, но оказалось, что он и впрямь уже опоздал. Всего на три дня, правда, но опоздал. Но, если мерить не по календарю, а по сути дела, он отстал от Беккереля значительно больше, поскольку он не обладал такой научной подготовкой, как Анри, не занимался столько лет фосфоресценцией и фотографией и, главное, не имел такого солидного фундамента, на который опирался в своих работах Беккерель.

Вероятно, совокупность всех этих обстоятельств и помешала вначале ученым, и французским в первую очередь, оценить в полной мере достижение Анри Беккереля. И, быть может, сдержанность коллег несколько охладила и самого открывателя. Во всяком случае, известно, что в конце 1896 года он, вместо того чтобы продолжить исследование радиоактивности, неожиданно занялся совершенно другой темой.

Что он хотел этим доказать? Себе — что он не раб одного открытия? Другим — что интересы науки выше самолюбия? Не знаю. Известно только, что в конце года, узнав об открытии голландского физика Питера Зеемана, бросил свои опыты по радиоактивности и принялся повторять эксперименты амстердамского ученого.

Сей неожиданный поворот можно в какой-то мере объяснить

еще и тем, что Беккерелю, больше чем какому другому ученому, было интересно и близко то, что сделал Зееман. Анри сам потом признался, что мог бы открыть «эффект Зеемана» еще за восемь лет до Зеемана, когда занимался этой же темой, если бы у него в то время были достаточно чувствительные приборы. Я ведь говорил раньше, что один из главных научных интересов Беккереля — магнитооптика, а открытие голландского физика было сделано именно в этой области: он обнаружил расщепление спектральных линий под действием магнитного поля. Подобные опыты Беккерель ставил еще в 1888 году, когда никакой радиоактивности еще не было и в помине, когда он тщательно изучал действие магнитного поля на излучение. И поэтому теперь, естественно, узнав, что другому удалось увидеть то, мимо чего прошел в свое время он сам, Беккерель поворачивает руль на 180° и устремляется назад, в 1888 год, проверяя себя, а потом вновь в 1896 год, проверяя Зеемана. Он подтвердил его эффект, даже несколько развил его эксперименты, о чем сообщил в печати, не обмолвившись при этом ни словом о своей собственной досаде: слишком свежи еще были впечатления о работах Ньепса и Томпсона.

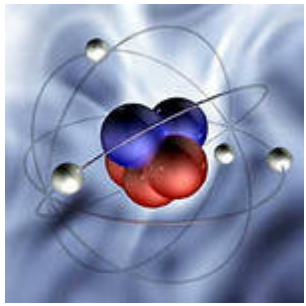
Наступил новый, 1897 год. Можно было подвести итоги прошедшего года; не так, как это сделал господин президент, а более объективно. Вроде бы Беккерель мог быть доволен собой: в этом году он открыл новое излучение и получил подтверждение прежней проницательности; но вместе с тем он должен был чувствовать осадок на душе: одно открытие упустил, другому не придают особого значения. Что ж, жизнь каждого человека полна противоречий, главное — не поддаться плохому настроению, не махнуть на все рукой, а продолжать начатое дело, каким бы — перспективным или неперспективным — ни видели его окружающие.

И Беккерель в конечном счете так и поступил. Повозившись немного с былым своим увлечением — магнитооптикой, он все же возвращается к радиоактивности. И предпринимает один шаг, который оказался решающим для торжества его открытия и для рождения атомной физики.

Внешне это выглядело совершенно неприметно: он взял да и спросил как-то раз одного своего гостя, которому демонстрировал излучение урановых образцов: «Ведь вы физик и химик одновременно, проверьте, не имеется ли в этих излучающих телах примесей, которые могли бы играть особенную роль?» Ну мало ли какие вопросы задает хозяин гостю, это ведь даже не просьба; совершенно не обязательно, что они должны иметь последствия; гостя может и не заинтересовать, в общем-то, мелкая частность, о

которой говорит Беккерель.

И, может, так и случилось бы, если бы этот гость не был Пьером Кюри и если бы у него не было жены Мари Кюри, урожденной Склодовской.



Глава 14. Открытие полония и радия

Мари Склодовская-Кюри 1867–1934 и Пьер Кюри 1859–1906

Маня Склодовская родилась в 1867 году в Варшаве, в семье преподавателя физики и математики. Училась она в русской гимназии и шестнадцати лет окончила ее с золотой медалью. Продолжения учения, однако, не последовало — семья нуждалась, и Маня, чтобы заработать, решила наняться репетитором в одну семью. Начало не самое удачное для будущего ученого с мировым именем, но и оно приносит какую-то пользу, помимо материальной, — молодая девушка проходит школу жизни. «Здесь мне удалось несколько лучше познать человеческую природу, — пишет она своей подруге. — Я узнала, что персонажи, с которыми я ранее встречалась только в романах, существуют в действительности и что не следует находиться в обществе людей, которых испортило богатство».

В двадцать лет положение не меняется, хотя меняется семья, где она учит детей; по-прежнему в ее письмах чувствуется тоска: «Мои планы на будущее — самые скромные: я мечтаю иметь собственный угол… Чтобы получить независимость, я отдала бы полжизни».

В двадцать три года мечта сбывается: сестра вышла замуж в Париже за студента и пригласила ее жить у себя. А это значит,

что появляется возможность учиться в Сорбонне, знаменитом парижском университете. Вскоре, чтобы обрести еще большую независимость и спокойствие, Маня покидает сестру, поселяется одна в Латинском квартале, исконном прибежище студентов и художников. Отсутствие удобств, нередко холодная печь, крайняя нужда не мешают ей отлично учиться. В двадцать шесть лет она оканчивает физический факультет и признается лучшей в выпуске; через год получает второй диплом — математика. На этот раз она вторая на факультете.

В этот долгожданный и радостный момент в ее жизни происходит еще одно событие, которое оказалось счастливым не только для нее лично, но и для всей науки, — она познакомилась с Пьером Кюри, тридцатипятилетним французским физиком.

Пьер был парижанином, сыном врача. Он получил дома хорошее образование: уже в четырнадцать лет владел математикой, в шестнадцать кончил лицей, а в восемнадцать — университет. На талантливого студента обратил внимание его профессор и, когда Кюри закончил университетский курс, сразу же пригласил его на работу в Сорбонну. Место поначалу было скромное, всего лишь лаборанта, но — в Сорбонне, но — лично у профессора. И уже в девятнадцать лет, когда подавляющее большинство его сверстников еще учились, Пьер написал свою первую научную работу.

Вскоре он вместе со своим братом Жаком Кюри делает первое открытие: обнаруживает пьезоэлектрический эффект — явление, знакомое каждому, кто проигрывал на радиоле пластинку; под влиянием деформаций в пьезокристалле возникает электрический сигнал: так вот это и есть тот самый эффект.

В двадцать три года, став известным ученым, Пьер получает место преподавателя в парижском городском Институте физики и химии. Он с увлечением ведет практические занятия со студентами, много экспериментирует, но совершенно не думает о том, чтобы как-то добиться официального признания. Пьер остался таким же романтиком, каким был в детстве, и даже в то время, когда он познакомился с польской студенткой из Сорбонны, он еще не имел докторской степени, хотя давно должен был защитить диссертацию.

А дальше все было как в романах. Мария и Пьер полюбили друг друга, как говорится, с первого взгляда. 25 июля 1895 года они поженились, образовав союз, редкостный по общности интересов — жизненных, культурных, научных.

Первые два года после замужества Мари мало работает; сначала заботы по налаживанию быта, потом рождается дочь. Когда 12 сентября 1897 года крошка Ирен появилась на свет,

родители, счастливейшие родители не подозревали, что их единственная дочь станет продолжательницей их дела, что, как и родители, она будет заниматься и физикой и радиоактивностью, что, как и родители, делать это она будет вместе с мужем — Фредериком Жолио-Кюри, и что, как и родители, она вместе с ним получит Нобелевскую премию.

Естественно, никто об этом не думал и не гадал осенью 1897 года. У Мари и Пьера были иные заботы: как обеспечить уход за ребенком, как совместить материнство с научной деятельностью. Мари не могла больше терять времени, она решила заняться докторской диссертацией. Надо только выбрать для нее подходящую тему.

И вот тут-то в дело снова вступает господин случай: Пьер вспоминает о своем разговоре с Беккерелем, который вначале как-то пропустил мимо ушей, поскольку сам урановыми лучами не интересовался и, честно говоря, не думал, что когда-нибудь займется ими.

Он советует Мари познакомиться с открытием Беккереля. Оно сулило диссертанту прекрасные возможности: полное отсутствие ажиотажа вокруг — следовательно, никаких конкурентов, отсутствие спешки, — что и требуется для диссертационной работы.

На этом, правда, преимущества и кончаются. Как только Мари переходит к конкретным шагам, оказывается, что работать негде и нечем.

Сначала возникают трудности с помещением. Пьер пытался получить что-нибудь у своего директора, но единственное, чего смог добиться, — застекленной мастерской на первом этаже, служившей до этого машинным отделением и складом. Трудно было найти в Париже комнату, менее приспособленную для научной работы: сырость, теснота, холод, никакого оборудования и никаких удобств. Климат мало подходит не только для ученой, но даже для приборов: в некоторые дни температура падает до 6 °С. Но Мари мало смущает это; максимум, чем она выражает свое недовольство, — ставит в своей записной книжке после регистрации данной температуры два восклицательных знака, и все. Никаких жалоб, никаких скандалов, работа продолжается. И продолжается успешно. Отсутствие элементарных условий не помешало ей уже через несколько месяцев открыть, что, кроме урана, радиоактивностью обладает и еще один элемент — торий.

Работая с образцами урана и тория, Мари несколько раз замечала, что их радиоактивность явно выше, чем можно было бы ожидать, исходя из их количества. Первый раз она подумала, что это ошибка прибора: в таких условиях мог соврать любой из них.

Она повторяет опыты со «странными» образцами; нет, ошибка исключается, прибор действительно регистрирует повышенную интенсивность излучения. Но откуда она может взяться? Уран и торий на такое неспособны, это известно; другие элементы Менделеевской таблицы вообще не радиоактивны; что же остается? Остается одно: предположить, что усиление излучения вызвано примесью какого-то нового неизвестного элемента.

Но легко сказать — предположить. Кто поверит зыбкой гипотезе, высказанной к тому же никому не известной молодой диссертанткой, физиком без году неделя. Вскоре выясняется, что и вправду никто не верит. Ученые считают, что налицо элементарная ошибка в постановке опыта и не стоит поэтому спешить и ставить себя в смешное положение. Только один человек верит ей, ее интуиции — Пьер. Не как муж, нет, как физик. Он тоже убежден, что в урановых и ториевых минералах притаилась примесь какого-то неизвестного вещества.

Ради того, чтобы доказать справедливость их гипотезы — нет, впрочем, не их, а гипотезы Мари, — он бросает собственные исследования и присоединяется к жене. И с этого момента начинается их совместная работа, которую прервет только его скоропостижная смерть. И дальше все время — в публикациях, в докладах — будет стоять местоимение «мы»; только один раз, 18 июля 1898 года, в докладах Французской академии наук, в статье, подписанной ими обоими, появится фраза: «…В предшествующей работе один из нас обнаружил…» И это была правда: радиоактивность неизвестного вещества обнаружила Мари одна.

Не будучи членом академии и не имея возможности выступить на ее заседании, она огласила свое открытие через профессора Липпмана, ее учителя и их большого друга. 12 апреля 1898 года он сказал с трибуны: «Мари Склодовская-Кюри заявляет о том, что в минералах с окисью урана, вероятно, содержится новый химический элемент, обладающий высокой радиоактивностью».

Вероятно… Это вводное слово имеет для Мари, да и для других ученых большой смысл. Оно означает, что поиск не кончен, что само вещество не найдено, найден лишь его след, а еще надо найти его само, и выделить, и дать имя, и преподнести ученым — вот, пожалуйста, тот элемент, о котором я говорила, что он, вероятно, существует. А не сделаешь этого, вероятность твоего открытия приблизится к нулю: наука словам не верит.

И начинается новый этап совместной работы. Пьер понимает, что одной Мари не справиться, а если и справится, то ценой слишком больших затрат сил и времени, а и того, и другого не так уж много: ведь еще есть дом и семья, и маленькая дочь,

которая не засыпает без мамы, и еще есть другие ученые, которые теперь, после их заявления, могут получить доказательства их гипотезы быстрее, чем они сами. Словом, начинается совместная работа.

Начинается она, правда, с конца: еще не выделив элемент, Кюри решают дать ему имя. Здесь приоритет за Мари — ее находка, ей и окрестить ее. Она долго раздумывает; вспоминает детство, отца, нелегкую юность, вспоминает свое намерение, окончив Сорбонну, вернуться в Варшаву, чтобы стать польским физиком; но мечта ее не сбылась, да и Польши теперь уже нет — она поделена между Австрией, Пруссией и царской Россией. И, вспомнив все это, Мари предлагает мужу назвать новый элемент полонием — в честь ее родины.

И когда Анри Беккерель летом 1898 года зачитывал за них очередное сообщение в Парижской академии наук, в нем говорилось: «Если существование этого металла подтвердится, мы предлагаем назвать его полонием — по имени страны, откуда происходит один из нас».

Любовь к свое родине подсказала Мари и еще один шаг: статья «О новом радиоактивном веществе в составе уранинита» была послана не только в «Доклады Парижской академии наук», но и в Варшаву, и оба сообщения увидели свет одновременно — на французском и на польском языках. Так Мари Склодовская-Кюри доказала, что, став французским физиком, она не перестала быть полькой.

Читая ее записи, письма, относящиеся к 1898 году — великому году в ее жизни, поражаешься необычному сплаву женственности с, казалось бы, мужскими качествами: настойчивостью, упорством, физической выносливостью, которые демонстрирует Мари в научной сфере. В июле она публикует сообщение о полонии. Казалось бы, она должна забыть все на свете, отключиться от всего, что мешает работе, а ничто так не мешает ей, как быт; но вот 20 июля, через неделю, в ее дневнике — скромный школьной тетрадке — появляется запись совсем иного, чем можно было ожидать, свойства: «Ирен делает ручонкой „спасибо“, хорошо двигается на четвереньках. Говорит „гольи, гольи, го…“» На полях поваренной книги Мари записывает рецепт варенья из крыжовника. Через месяц, 15 августа: «У Ирен прорезался седьмой зуб, внизу, слева». 17 октября: «Ирен ходит очень хорошо и уже не ползает на четвереньках». 5 января: «У Ирен пятнадцатый зубок».

И вместе с тем в это же самое время, между записями о походке дочери и ее зубках, она пишет знаменитый доклад в академию, где сообщает, что, по их предположениям, должен

существовать еще один радиоактивный элемент, который они предлагают назвать радием. «Мы получили хлористые соли этого вещества, — сообщают Кюри, — они в 900 раз активнее чистого урана».

Когда успевает она все делать — следить за домом, за дочкой, за хозяйством, за новыми научными публикациями и одновременно работать, очень много, очень интенсивно, очень плодотворно? Секрет прост, она сама раскрывает его в одном из писем: «В течение всего года мы ни разу не были ни в театре, ни на концерте, мы ни к кому ни разу не сходили в гости».

Пока не было произнесено слово «радий», еще могли быть надежды на более или менее спокойную жизнь, но, высказав великую догадку, Мари и Пьер как бы выпустили из бутылки джинна. Ибо все их гипотезы, какими блестящими они ни казались, оставались недоказанными до тех пор, пока полоний и радий не станут реальностью — чтобы можно было не то что потрогать их рукой, но хотя бы определить их атомный вес.

Вы утверждаете, что радиоактивные элементы существуют — добудьте их, покажите их нам, говорят химики, а мы скажем тогда, что вы правы, только тогда.

В своем сообщении об открытии радия Кюри ссылаются на своего коллегу — химика Эжена Дэмарсе, который исследовал образец вещества, где, по их мнению, находился радий, и действительно обнаружил в нем с помощью спектрального анализа новую линию, не принадлежащую ни одному из известных элементов. И это было серьезным аргументом в пользу существования радия; можно даже сказать, что он, аргумент этот, убедил почти всех физиков, но самолюбие исследователя, гордость первооткрывателя не позволили Мари остановиться на полдороги, опереться только на косвенные доказательства. Она решила принять вызов химиков.

Я говорю именно о Мари, а не о Пьере, потому что его как физика более занимал вопрос о свойствах нового излучения; а желание химиков увидеть радий в пробирке его не очень волновало — хотите, добывайте сами. Но Мари уговорила мужа не поддаваться искушению пойти легким путем и не оставлять другим исследователям доделывать за них работу; они, только они должны пройти весь путь от начала до конца. Она, правда, не знала, где он, этот конец; и если бы знала, что наступит он только через четыре года, может, и не начала бы ту титаническую работу, которая подсказала Маяковскому его известные строки:

Поэзия —
        та же добыча радия.

В грамм добыча, —
в год труды.
Изводишь,
единого слова ради,
тысячи тонн
словесной руды.

В предстоящей работе все было проблемой: сырье, помещение, средства. Мари отдавала себе отчет в том, что выделение ничтожной примеси потребует переработки больших количеств урановой руды; она знала, что минерал урановая смолка, где они впервые обнаружили радий, очень ценный минерал, он идет на изготовление дорогого богемского стекла, добывают его на очистительных заводах в Богемии, и купить необходимое количество этого минерала просто невозможно, у них нет на это денег. У них, кстати, вообще не было денег ни на что — ни на подсобных рабочих, ни на аренду помещения, ни на аппаратуру; весь их бюджет — зарплата Пьера, а она невелика, всего 500 франков в месяц, их едва хватало на жизнь.

В этой почти безвыходной ситуации супруги Кюри проявляют поистине великую изобретательность и находят все же выход. Как все великое, решение оказалось очень простым: они сообразили, что интересующий их элемент радий может находиться не только в урановой смолке, которая идет в стекольное производство, но и в отходах руды, оставшихся после извлечения урана, которые просто выбрасывают на пустырь за ненадобностью. Так появилась надежда обойтись небольшими затратами. Обратиться прямо к дирекции рудников они не решились, а написали письмо своему австрийскому коллеге, профессору Зюссу, чтобы он, если ему не трудно, походатайствовал перед Венской академией наук, а она, если сумеет, обратилась бы с просьбой к австрийскому правительству, чтобы то, если ему не жалко, дало указание дирекции рудников отдавать ненужные Австрии отходы.

Пока письмо шло в Вену, пока профессор Зюсс ходил по инстанциям, Кюри занялись поисками второго необходимого компонента — помещения. Здесь на французское правительство надежды не было никакой, хоть оно было не иностранное, а свое. Они прекрасно знали, чем кончаются подобные ходатайства: в лучшем случае, бумага с прошением затерялась бы в столах канцелярий, но притом они потеряли бы время на ожидание. Сорбонна? Кюри пошел хлопотать в дирекцию университета, но ему дали понять, что он и здесь напрасно теряет время. И что же осталось? Все тот же институт, где Пьер преподает и где однажды

Мари предоставили комнату для ее первой работы, если то, что ей предоставили, можно назвать комнатой.

Пьер, смирив гордыню, снова идет к своему директору, и повторяется прошлый диалог. Я бы рад, отвечает директор, я с большим уважением отношусь к вам лично и к вашей супруге, я уверен в успехе вашей совместной работы, но что я могу для вас сделать, если у меня нет ни одного свободного подходящего помещения. Не могу же я предложить вам сарай во дворе — вам же не дрова колоть. Верно, не дрова, это Пьер и сам понимает, хотя не предполагает еще, что и научная работа иногда будет мало чем отличаться от колки дров, но что делать, где-то же надо обосноваться, и Пьер отвечает директору, что он согласен на сарай. Да нет, вы посмотрите сначала, на что соглашаетесь, говорит директор: крыша протекает, пола нет — асфальт, обстановки нет — несколько старых кухонных столов, отопления нет — только плавильная печь, и потом, знает ли господин Кюри, что раньше в этом сарае медицинский факультет препарировал трупы? Нет, этого Пьер не знает, но он надеется, что тени былого не помешают их работе. Главное — чтобы не мешали живые люди. Директор понимает намек и успокаивает Пьера: сарай имеет одно несомненное преимущество — он так плох, что никто не станет возражать, если, пользуясь своей директорской властью, он передаст его Кюри в полное распоряжение.

Итак, помещение — какое-никакое — для работы есть. А сырье? Сырье, кажется, тоже есть; пока они осматривали и чистили бывшую покойницкую, из Вены приходит письмо, где сообщается, что австрийское правительство дарит тонну отходов урановой руды двум французским ученым. Если тонны окажется мало, дирекция рудников имеет указание отпустить необходимое количество на весьма льготных условиях.

Ну что ж, остается дождаться прибытия подарка из Богемии — и за работу.

Через несколько дней парижская товарная станция извещает супругов Кюри, что на их имя прибыли мешки с каким-то веществом общим весом в одну тонну. Пьер нанимает лошадей, повозку, рабочих и посылает за драгоценной посылкой. Вскоре к институту подъезжает, скрипя и покачиваясь, здоровая колымага, на которой обычно развозят уголь, и двое рабочих перетаскивают мешки с рудой в дырявый сарай. Они швыряют их на пол без всякого почтения к содержимому, ибо откуда знать им, что вместе с этой бурой тусклой рудой, похожей на дорожную пыль, с примесью хвойных игл, которые вылезают сквозь парусину, они привезли крупнейшее открытие века и Нобелевскую премию. Сарай, куда они волокут мешки, может скомпрометировать

любую, самую ценную посылку.

Но Мари не замечает комизма ситуации, она думает только об одном: завтра, наконец завтра можно начать.

И назавтра они начинают. Простая, по сути, химическая операция — разделение смеси на составные части путем многоступенчатого растворения, фильтрации, осаждения, снова растворения, фильтрации и осаждения, и так вновь и вновь, пока вещества, входящие в состав руды, не окажутся разнесенными по разным посудинам, — эта операция превратилась в настоящую пытку, поскольку элемента, который они искали, было там меньше одной миллионной части. Конечно, присланной тонны не хватило; конечно, пришлось заказывать всё новые и новые тонны отходов и разделять, разделять, разделять…

Отсутствие средств не позволяло Кюри нанять рабочего хотя бы для самых тяжелых физических операций; им помогал один служитель института, да и то тайком, по вечерам, после работы. А физических операций было немало. Мари писала потом: «Мне приходилось обрабатывать в день до двадцати килограммов первичного материала, и в результате весь сарай был заставлен большими химическими сосудами с осадками и растворами; изнурительный труд переносить мешки, сосуды, переливать растворы из одного сосуда в другой, по нескольку часов подряд мешать кипящую жидкость в чугунном тазу».

Какой надо обладать верой в успех, преданностью делу, чтобы не бросить все к дьяволу, не махнуть рукой, не отказаться от непосильного для женщины труда! Но Мари не только не думала сдаваться, не только не жаловалась на свою судьбу — она была счастлива; именно здесь — в «этом дрянном, старом сарае», как она его называла, где летом жарко и душно, а зимой холодно и сыро; где в дождь протекает крыша и приходится отмечать мелом опасные участки, чтобы не поставить туда случайно аппаратуру; где вредные едкие выделения мешают дышать, заставляя открывать двери и окна, несмотря на погоду; где ей нередко приходилось проводить целые дни, не выходя, готовя примитивную еду прямо здесь же, среди пыли, хвойных игл, кислот; где она ворочала полутораметровым железным шкворнем, размешивая кипящую руду, после чего вечером замертво падала от усталости.

И вот именно здесь провела она свои лучшие и счастливейшие годы — так она сама призналась много лет спустя.

Работа продвигалась медленно, очень медленно, значительно медленнее, чем они рассчитывали вначале; следы радия в руде были столь мизерны, что еще через три года работы у них не было

получено достаточного его количества. Здесь уж даже Пьер не выдержал — измучившись сам и еще более переживая за жену, истощающую себя непосильным трудом, он предложил сделать хотя бы небольшой перерыв, не бросить совсем исследование, нет, но передохнуть ненадолго от этой изнурительной гонки за призраком радия. Но Мари уговорить было невозможно. Эта хрупкая женщина имела стальную волю. И хотя положение на третий год работы изменилось в лучшую сторону — у них появились помощники, — она никому не хочет доверить самую главную, самую ответственную часть исследования. До этого, раньше, когда она была по очереди чернорабочим, инженером, лаборантом, химиком, снова чернорабочим, ей никто не помогал, кроме Пьера вначале, да и то потом они решили разделиться для быстроты, и он занялся физическими исследованиями.

Теперь, когда эксперимент перешел в завершающую фазу, когда требуется особо высокая квалификация, чтобы очистить и закристаллизовать искомое радиоактивное вещество, ей уже никто не нужен — раньше надо было беспокоиться. И хотя ее нервы истощены до предела — борьбой с холодом, борьбой с сыростью, борьбой с тоннами руды, а теперь и борьбой с угольной пылью, которая загрязняет с таким трудом очищенный препарат радия, — Мари еще целый год пропадает в своем сарае, в своем старом, дрянном сарае, в своем самом дорогом и нежно любимом сарае, который она покидает только поздно вечером, только для того, чтобы уложить спать дочку, а пока та засыпает, переделать ей очередное платьице. Ибо Мари не признает готовых детских вещей, только ради этого отходит она от своего второго детища — радия.

Его количество медленно, но верно растет; и когда заканчивается сорок восьмой месяц их небывалого по трудности исследования — да нет, даже не исследования, сюда больше подходит слово «труд», — так вот, когда заканчивается сорок восьмой месяц их добровольного каторжного труда, на старом кухонном столе появляется ампула с одним дециграммом чистого радия. Не граммом даже — его десятой частью. Но этого уже достаточно, чтобы определить атомный вес элемента, угаданного ею четыре года назад. И когда она после подсчетов выводит в журнале цифру «225», она понимает, что вот только теперь исследование закончено.

Элемент радий в миллион раз более радиоактивный, чем уран, обретает права химического гражданства.

А Мари и Пьер обретают свободу после четырех лет сладкого рабства.

1902 год, когда Кюри выделили радий, стал знаменательным

не только для них, но и для Анри Беккереля. Его открытие странных лучей, испускаемых ураном, из удивительного факта, которым неясно, как воспользоваться, превратилось теперь в открытие принципиально нового свойства материи — радиоактивности. И его работы, казавшиеся ранее никому не нужными, приобрели совсем иную ценность. Они ознаменовали рождение новой эры в физике и химии.

И к Беккерелю приходит слава — не меньшая, чем слава Рентгена.

Он был, конечно, рад ей и рад тому, что вместе с ним слава пришла к Кюри, ибо это вполне справедливо, потому что только их работы обнаружили истинное значение его открытия; супруги Кюри тоже были рады, что их славу делит с ними старый соратник Анри Беккерель, чье открытие послужило им четыре года назад путеводной звездой.

Но еще более обрадуются и растрогаются они все вместе, когда узнают через год, что им троим присуждена Нобелевская премия по физике.

Эта церемония, состоявшаяся, как обычно, в конце года, достойно завершила целую серию наград, которые словно обрушились вдруг на Мари и Пьера Кюри. Сначала 3 июня 1903 года Королевский институт в Лондоне пригласил Пьера сделать доклад о радии. Пьер и Мари отправились через Ла-Манш, навстречу триумфальному приему, который оказала им столица Британии. Лорд Кельвин, встречавший их от имени Королевского института, усаживает Мари на докладе рядом с собой и сообщает ей на ухо, что она первая женщина, присутствующая на заседании Королевского института за всю его историю. Далее, в их честь устраивают серию банкетов — завтраков, обедов, ужинов, на которых присутствует «весь Лондон». Мари, одетая в скромное темное платье, без всяких украшений, даже без обручального кольца на руке, обожженной кислотой, изумлена, увидев такое количество бриллиантов — колец, браслетов, колье, кулонов, диадем, ожерелий. Вечером Пьер признался ей, что во время обеда решил поразвлечь себя и подсчитывал, сколько лабораторий можно выстроить на те драгоценные камни, что украшали руки, шеи, уши, прически самых знатных дам Лондона, — к концу обеда он сбился со счета.

Посещение Лондона имело и более приятное и важное последствие; вскоре Кюри получили письмо из Англии, в которым их уведомляли, что в знак высокого уважения Королевское общество присуждает им одну из высших научных наград — медаль Дэви.

Но это было в ноябре, а по возвращении, в конце июня, их

ожидала еще одна официальная церемония — та, ради которой, собственно, начала Мари пять лет назад свое исследование: защита докторской диссертации. Все понимали, что это чисто формальный акт, Мари давно уже доказала, чего она стоит в науке, она явно переросла эту степень, но — порядок есть порядок.

И вот 25 июня в маленькой аудитории Сорбонны на рассмотрение ученых мужей выносится диссертация «„Исследование радиоактивных веществ“. Мадам Склодовская-Кюри». В аудитории тесно, пришли, конечно, не только те, кто обязан по должности, выступление Мари — теперь событие в научном мире Парижа. За длинным дубовым столом восседают три оппонента во фраках; они по очереди задают ей вопросы, хотя прекрасно знают, что она на них ответит, работа уже неоднократно публиковалась, да и они бывали в знаменитом сарае; но — порядок есть порядок.

После положенных ответов председатель профессор Липпман поднимается, чтобы произнести решение университета. Ему хочется обнять Мари, сказать ей слова восхищения, но он вынужден произнести сухую официальную формулу: «Парижский университет дарует вам степень доктора наук с весьма почетным отзывом». И только тогда позволяет себе улыбнуться.

Вечером по случаю знаменательного события ученик Пьера Кюри и друг их семьи физик Поль Ланжевен, впоследствии выдающийся ученый, устроил у себя дома обед. Он прошел очень оживленно. Мари была в прекрасном настроении, но, как и обычно, старалась поменьше говорить о себе и о своем открытии.

Это же ее свойство легко обнаружить и по переписке с друзьями, с сестрой; она пишет о чем угодно — о погоде, о здоровье, о вареньях, об успехах дочки, то есть вроде бы о своей жизни, — только не о том, чем в действительности она живет.

Возможно, эту удивительную черту перенял от нее и Ланжевен, если можно перенимать черты характера; скорее это врожденное качество. Академик Петр Леонидович Капица, друживший с ним и нередко встречавшийся, вспоминает, как не любил Ланжевен не то чтобы похваляться, но вообще говорить о своем вкладе в науку; и вместе с тем мог, не стесняясь, даже с гордостью рассказывать о том, как он открыл новый сорт вина. Ланжевен действительно был большим знатоком вин, и, вероятно, участники обеда, данного им в честь Мари в 1903 году, могли оценить это по достоинству.

Поль Ланжевен 1872–1946

Вероятно, совпадение нравственных представлений о поведении ученого в обществе и совпадение личных склонностей и послужило фундаментом прочной дружбы, связывавшей Поля Ланжевена с семьей Кюри — сначала со старшей четой, потом и со вторым поколением, с Ирен Кюри и ее мужем Фредериком Жолио.

Я несколько отвлекся от самого обеда и от того, что на нем происходило в тот вечер. А там произошло знаменательное событие. Я еще вернусь к нему в другом, более подходящем месте, поскольку оно имело значение не столько для хозяина дома и виновницы торжества, сколько для одного из гостей, которому посвящена следующая глава, и вот в ней-то и будет самое подходящее место для этого рассказа.

А сейчас покинем обед у Ланжевена и очутимся в летнем Париже, где все разъезжаются на каникулы.

Из-за них, из-за каникул, поток поздравлений по случаю защиты Мари несколько растянулся — до осени, и не успели они иссякнуть, как стало известно, что вскоре появится повод для новых поздравлений, только значительно большего масштаба. 13 ноября 1903 года они одновременно с Беккерелем получают из Стокгольма телеграмму от непременного секретаря Шведской королевской Академии наук, в которой сказано, что супругам Кюри присуждена половина Нобелевской премии по физике за выдающееся исследование лучей Беккереля; вторая половина присуждена их соотечественнику, чьи лучи они исследовали.

Вручение премии происходит, как обычно, 10 декабря в Стокгольме. Но двое виновников торжества, супруги Кюри, находятся в это время дома: напряженная работа подорвала

здоровье Мари, она не смогла отправиться зимой в длительную поездку. Шведский король Оскар вручает диплом Анри Беккерелю, другой диплом — французскому министру, представлявшему своих великих соотечественников.

2 января на их имя поступает чек на 70 тысяч франков — их половина Нобелевской премии; пять лет мучившиеся из-за каждого франка, ученые рады неожиданной материальной поддержке, хотя она и несколько запоздала — иметь бы их раньше, может быть, и радий появился бы года на два пораньше. Но и сейчас эти деньги очень кстати: Пьер может нанять наконец за свой счет препаратора к себе в лабораторию — пока еще дождешься обещанного университетом сотрудника.

70 тысяч франков, которые принесла им Нобелевская премия, — сумма, конечно, немалая, но она мизерна по сравнению с тем, что они могли бы иметь, если бы захотели, если бы поступились своими строгими принципами и взяли патент на свое открытие. Но они отказались от каких бы то ни было авторских прав на производство радия, как недавно поступил и Рентген со своими Х-лучами, как поступали и будут поступать большинство ученых, не делающих из науки средство обогащения, не желающих препятствовать развитию новой области промышленности и техники патентными ограничениями. Радий принадлежит всем. Любая страна может производить его в любом количестве. Всю необходимую технологию они готовы предоставить заинтересованным организациям совершенно безвозмездно. И это в то время, когда один грамм радия стоит на мировом рынке 750 тысяч франков — в десять раз больше их Нобелевской премии. Всего один грамм. Не тот, первый, который они хранят у себя в лаборатории и который не имеет цены, хотя многие страны уплатили бы за него миллионы, и который потом Мари завещает своей лаборатории, а каждый другой, полученный из восьми тонн урановой руды — такова была пропорция, которую испытали на себе Кюри.

Дороговизна нового элемента объясняется тем, что он, как оказалось, обладает физиологическим действием. Это случайно почувствовал на себе еще Беккерель. Вернее, о физиологическом действии радиации первыми сообщили немецкие ученые Вальхоф и Гизель в 1900 году, но это не насторожило ученых, работавших с радием. Через год, когда супруги Кюри по крохам собрали свой первый дециграмм радия, Беккерель должен был выступать на конференции с сообщением о свойствах радиоактивных веществ. Ему пришла в голову мысль, что неплохо было бы продемонстрировать интенсивность излучения радия с помощью свечения фосфорецирующего экрана. Он попросил у Кюри

несколько дециграммов хлористого бария, в котором содержалась примесь радия. Следовательно, самого радия там было вообще мизерное количество. Утром он получил обещанную посылку — маленькую стеклянную трубочку с несколькими кристалликами; трубочка была герметически закрыта и завернута в черную бумагу. Обрадованный Беккерель положил ее в правый карман жилета и проходил так до вечера, до открытия конференции. Он продемонстрировал вечером свой эффективный опыт: экран светился, даже когда Беккерель поворачивался к нему спиной, то есть лучи радия проходили сквозь его тело.

Но вскоре выяснилось, что и радий продемонстрировал кое-что новое из своих свойств. Через десять дней на коже, на том месте, где расположен жилетный карман, Беккерель обнаружил красное пятно, превратившееся вскоре в язву. Анри примчался к Кюри пожаловаться: «Я очень люблю радий, но я на него в обиде».

Оказалось, что Пьер также уже имел возможность убедиться в коварстве выделенного ими элемента. Он умышленно решил испытать его на себе; он прикладывал ампулу с радием к руке и вскоре констатировал, что кожа покраснела, что это похоже на ожог, но болит не очень сильно; а потом ожог превратился в рану, которую врачи принялись лечить, как и рану Беккереля, перевязками; а через сорок дней рана стала затягиваться; а еще через десять осталось небольшое пятно, имеющее сероватый цвет, что указывает на глубокое омертвение тканей. Эти наблюдения над собой Пьер Кюри преспокойно описал в статье, которую отправил в «Доклады Академии наук» одновременно с аналогичным сообщением Беккереля.

3 июня 1901 года ученые узнали об отважных, теперь можно даже сказать — безрассудных опытах на себе открывателей радиоактивности.

Затем появляется сообщение ассистента Беккереля Луи Мату о том, что радиоактивные излучения ускоряют прорастание семян.

А вскоре ученые обнаруживают целительные свойства излучения: радий помогает при раке, волчанке, некоторых других болезнях кожи. Так закладываются основы нового метода лечения, именуемого теперь лучевой терапией, а тогда названного кюри-терапией.

Вот эти сообщения и вызвали сенсационный интерес к производству радия. Его-то и могли бы использовать супруги Кюри для поправки своего шаткого материального положения, но они не сделали этого совершенно умышленно, отвечая каждый раз на настойчивые и заманчивые предложения монополизировать производство радия: «Это противно духу

науки».

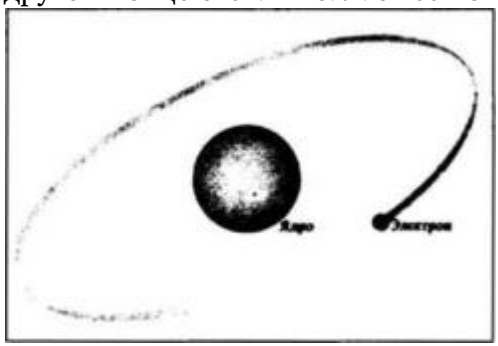
Промышленность радиоактивных веществ, не сдерживаемая патентными ограничениями стала быстро развиваться, и если радиоактивные вещества давно уже применяются во многих отраслях науки и техники, в этом известная заслуга супругов Кюри, сделавших все от них зависящее, чтобы их детище как можно скорее встало на ноги.

Вот, собственно, и пришла пора расстаться с учеными, открывшими науке радиоактивность и первые радиоактивные элементы. Мне бы хотелось сделать это сейчас, пока еще мы находимся в 1904 году, пока еще не наступил 1906 год, когда под колесами конного экипажа, рассеянно переходя улицу, трагически погиб Пьер Кюри; до того, как наступил 1908 год, когда, находясь на отдыхе, скоропостижно скончался Анри Беккерель, — пусть лучше расставание с этими великими учеными, положившими начало новому атомному веку, не будет грустным. Попрощаемся с ними 12 мая 1904 года после лекции Беккереля, где он подвел итоги исследований в области радиоактивности.

На лекции, собравшей две тысячи человек — явление невиданное для научного сообщения, — присутствовали президент Франции, ученые, журналисты. На этой лекции, надолго запомнившейся парижанам, Беккерель рассказал об основных этапах развития науки о радиоактивности — начиная с его собственных открытий и кончая самыми последними работами в данной увлекательной области. Сам он весьма сухо оценил собственный вклад, отчасти из скромности, отчасти потому, что еще не были до конца ясны последствия его великого открытия, которое позже Альберт Эйнштейн по справедливости сравнил с открытием огня, ибо считал, что и огонь и радиоактивность — одинаково крупные вехи в истории цивилизации.

После лекции Беккерель вместе с президентом, окруженный коллегами, фоторепортерами, отправился в свою маленькую лабораторию при музее, в фамильную лабораторию Беккерелей, где восемь лет назад солнечным мартовским днем была открыта радиоактивность. Беккерель показал присутствующим окно, на котором лежали фотопластинки; ящик стола, куда он их убрал, когда зашло солнце; темную комнату, где при свете красного фонаря впервые увидел на пластинке силуэт уранового образца. А потом они спустились вниз, вышли на улицу и обошли дом, на фасаде которого уже была выбита надпись: «В лаборатории прикладной физики Анри Беккерель открыл радиоактивность 1 марта 1896 года».

Но история радиоактивности не остановилась на этом: почти одновременно с тем, как гравер выбивал буквы на стене дома Беккерелей, на другом конце света писалась ее новая глава.



Глава 15. Открытие электромагнитных волн

Генрих Рудольф Герц 1857–1894

Открытие Герца, взволновавшее всех физиков, произошло в 1887 году сравнительно случайно.

В тот год, когда Герц сделал свое главное открытие — у него есть и другие замечательные работы, — ему шел тридцатый год. До этого момента жизнь его складывалась, как он считал, не совсем удачно, хотя внешне все выглядело весьма благопристойно. Он был сыном преуспевающего адвоката из Гамбурга, родители его очень любили, и он их очень любил. С детства, как и Резерфорд, он обнаружил необычную склонность к математике, а также и к языкам. Кроме того, Генрих прекрасно рисовал, лепил, был искусен в работах по дереву и металлу, вообще имел, как говорят, золотые руки. Его увлечение классической литературой и искусством сказалось, кстати, позже в манере писать научные статьи; недаром их считают образцовыми по языку — они ясны и точны в научном аспекте и вместе с тем изысканны по форме.

Несмотря на явные способности, Генрих был чрезмерно скромен в их оценке, считал себя ни на что путное в науке не годным и решил поэтому после окончания средней школы идти учиться на инженера-строителя; почему-то ему казалось, что для этой профессии его таланта хватит. Но вскоре, к счастью, поняв,

что заблуждается в своем призвании, решил заняться математикой и естественными науками.

В 1880 году Герц окончил университет с отличием и три года проработал в Физическом институте при университете под руководством такого выдающегося учителя, как Герман Гельмгольц.

В 1883 году Герца пригласили доцентом в университет города Киля. И вот здесь и начались его нравственные мучения. По долгу службы он должен был читать курс теоретической физики, но не чувствовал в себе склонности к теории. Его влекла экспериментаторская деятельность, но ею по долгу службы он заниматься не мог.

Внутренняя неуверенность сказалась на научной работе: за два года он выполнил и опубликовал всего несколько случайных теоретических работ.

Но, к счастью для него и для физики, случилось так, что освободилась вакансия ординарного профессора в Высшей технической школе в Карлсруэ, и Герц получил приглашение занять эту должность. И вот там наконец он почувствовал себя в своей тарелке — у него была собственная экспериментальная лаборатория. Правда, ему все же приходилось читать лекции и демонстрировать опыты, и он даже по старой боязни назвал их как-то «страхо-лекциями», и всегда боялся, что демонстрация какого-нибудь явления непременно сорвется и опозорит профессора.

Но когда он приходил в лабораторию, он был счастлив; здесь он мог позволить себе свободу творчества, здесь он занимался тем, что его в данный момент интересовало более всего.

А интересовали его более всего быстрые электрические колебания. То, что удавалось тогда получить даже при самых невероятных ухищрениях, не было достаточно быстрым, и никто даже не знал, можно ли вообще достичь, скажем, ста миллионов колебаний в секунду — той частоты, что сегодня используется в каждом радиопередатчике. И вот здесь Герцу пришел на помощь случай.

У него на столе стоял виток проволоки, имевший маленький искровой промежуток. Разряжая лейденскую банку, Герц вызывал в нем проскок искры и тем самым получал желанные электрические колебания. Как-то раз рядом с этим контуром случайно был оставлен второй виток, никак с ним не связанный. И вот, разряжая лейденскую банку через один виток, Герц вдруг с изумлением увидел, что искры проскакивают и на втором контуре. Вначале Герц посчитал это каким-то случайным явлением, но вскоре, повторив его не один раз и на разных

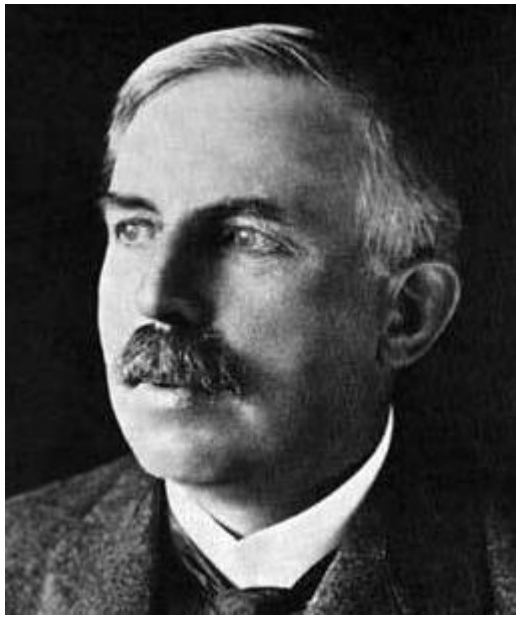
проводниках, он понял, что открыл электрические волны. Тогда он еще не понял, правда, что только что держал в руках первый передатчик электрических колебаний и первый их приемник и что через некоторое время из его открытия вырастет целая огромная область техники — радиотехника, а потом и телевидение.

Но Герц оказался внимательным, настойчивым и проницательным исследователем и вскоре смог понять, что к чему. Он сумел определить длину образующейся волны и ее скорость в воздухе; он обнаружил, что настройка передатчика и приемника улучшает прием; он открыл факт затухания колебаний — то есть он заложил фундамент современной радиотехники.

После этого, всего за год с небольшим, он опубликовал еще две работы, относящиеся к этой же области, а вслед за ними и четвертую статью, которая произвела большое впечатление на многих, и в том числе на Резерфорда. В ней Герц существенно видоизменил опыт, приблизив условия приема электромагнитных волн к практическим требованиям еще не родившейся области техники: ученый поставил приемник и передатчик в разных концах конференц-зала института на расстоянии 15 метров один от другого, и передатчик, стоящий у одной стены, посылал волны в зал, а приемник, стоящий у другой стены, обитой предварительно листами цинка, которому отводилась роль зеркала, принимал эти волны. И по усилению и ослаблению приема в разных местах зала Герц ясно доказал, что электромагнитные колебания имеют волновую природу.

Словом, из случайного наблюдения Генрих Герц вывел целую новую главу физики, которая послужила отправной точкой многих других великих открытий.

Глава 16. Открытие радиоактивного распада, деления атома и строения атома



Эрнест Резерфорд 1871–1937

Действие в этой главе будет происходить в основном в Англии и Канаде, однако начать ее нам придется все же во Франции, для чего нам следует вернуться на обед, данный вечером 25 июня 1903 года Полем Ланжевеном в честь Мари Кюри, защитившей днем докторскую диссертацию. Там мы сможем познакомиться с одним из гостей, попавшим на этот вечер, что называется, прямо с корабля на бал. Он, действительно, только что приплыл из Канады во Францию. Хотя его присутствие здесь не только не случайно, но и глубоко символично, поскольку он один из тех ученых, которые после выдающихся открытий французских физиков сами встали под знамена радиоактивности и призвали под них новых сподвижников.

Гость Ланжевена и вместе с тем гость супругов Кюри — ибо для знакомства с ними он прибыл во Францию — Эрнест Резерфорд, глава физиков, работавших тогда в университете Мак-Гилла в Монреале, потом глава физиков, работавших в Манчестерском университете, а потом глава физиков, работавших в Кавендишской лаборатории в Кембридже, а потом глава

физиков всего мира, работающих над проблемами атомного ядра.

Но в тот вечер 1903 года он еще не был столь знаменит, хотя его работы в области радиоактивности, проводившиеся параллельно с супругами Кюри, вызвали большой интерес у ученых и журналистов, и последние даже осаждали его лабораторию, «помещая в прессе фантастические отчеты и сочиняя басни, пока им не запретили доступ в священную обитель», — это слова одного из близких друзей Резерфорда.

Но прежде чем рассказать, чем же вызвал молодой физик такой интерес журналистов, падких в основном на сенсации, и глубокое уважение ученых, ненавидящих сенсации, стоит выяснить сначала, как шотландец, родившийся в Новой Зеландии и начавший работать в Англии, оказался в Канаде.

Произошло это следующим образом.

В 1842 году колесных дел мастер Джордж Резерфорд, дед Эрнеста, решил покинуть Шотландию. Несмотря на то что его профессия в то время весьма ценилась, колесных мастеров было, вероятно, больше, чем кэбов и телег, во всяком случае больше, чем работы, и поэтому семью Резерфордов нередко посещала нужда. И вот в один прекрасный день, прочтя рекламу новозеландской компании, сулившей чуть ли не золотые горы тому, кто решится поехать обживать английскую колонию, затерявшуюся в Тихом океане, Джордж собрал свои пожитки, погрузил их на одну из телег, для которых изготовил в своей жизни столько колес, посадил туда жену и сына и отправился в гавань, чтобы погрузить все вышеперечисленное на борт маленького парусника «Фиби Данбар».

Через полгода то, что осталось от суденышка после бури в Бискайском заливе, бросило якорь в одной из бухт Южного острова Новозеландского архипелага. Взору измученных переселенцев, шесть месяцев болтавшихся по воле волн и уже не надеявшихся когда-нибудь куда-нибудь доплыть, предстал сущий рай: заросли огромных зеленых папоротников, голубое небо и полное отсутствие цивилизации. Все было бы прекрасно в этом эмигрантском раю, если бы здесь были кому-нибудь нужны колеса и мастера по их изготовлению; но нужда и в том и в другом оказалась значительно меньше, чем обещала реклама, и Джорджу не пришлось передать сыну по наследству фамильное ремесло: Джеймс Резерфорд, отец Эрнеста, стал фермером.

Вскоре новоиспеченный фермер женился на местной учительнице, тоже шотландке и тоже эмигрантке; 30 августа 1871 года у них родился ребенок, нареченный Эрнестом.

Так же как и его отец, изменивший семейному ремеслу, Эрнест не стал фермером; но если Джеймса вынудили к этому

обстоятельства, поскольку в маленьком местечке Брайтуотер в то время никому особо не нужны были кэбы, фиакры, дилижансы, фаэтоны, кареты и прочие колесные средства передвижения — некуда было передвигаться, то сын Джеймса не стал фермером по иным причинам. Можно сказать, что это произошло в силу объективных обстоятельств, если под рубрику «обстоятельства» попадают необычайные способности мальчика в математике.

Они проявились уже в начальной школе, которую он окончил с отличием. И потом не раз в его дневнике появлялись записи учителей, отмечавших сообразительность, прекрасную реакцию, легкость, с какой он решал самые трудные задачи. Ярко выраженные математические наклонности юного Эрнеста могут показаться несколько противоречащими его более зрелым склонностям: физик Резерфорд был известен как величайший мастер эксперимента, легко выявляющий суть исследуемых явлений, не прибегая при этом к особым математическим ухищрениям. Академик П. Л. Капица, который в молодые годы работал у Резерфорда и на которого мне еще не раз придется ссылаться, вспоминал особое качество своего учителя: «Резерфорд был экспериментатором и в этом отношении напоминает Фарадея. Он мало пользовался формулами и мало прибегал к математике. Иной раз, пытаясь вывести при своих докладах формулу, он путался и тогда просто писал результат, замечая: если все вывести правильно, то так и получится».

Думается, не следует относить такую метаморфозу к изменению способностей ученого — изменился его подход к исследуемым процессам; став зрелым исследователем, математическим абстракциям он предпочитал конкретное «видение явления, над которым работал, хотя бы оно и происходило в неизмеримо малом ядре атома», — это опять слова Капицы.

Тем не менее в школе он получил следующий отзыв: «Очень быстро соображающий и многообещающий математик», вместе с тем Резерфорд нередко получал высокие баллы по физике, химии, по литературе, латинскому и французскому языкам. Последнее обстоятельство — я имею в виду хорошее знание французского языка — очень помогло ему в дальнейшем: благодаря ему он смог поехать работать в Канаду, где, как известно, французский наравне с английским один из двух официальных языков; благодаря ему он смог осуществить свое сокровенное желание и поехать в Париж, чтобы познакомиться с супругами Кюри, чьи работы были так близки его собственным. И в его воспоминаниях об обеде 25 июня есть даже слова о том, что беседа была очень оживленной. Не следует думать, что таким

образом я неуклюже намекаю на пользу изучения в школе иностранных языков; но подобный вывод напрашивается сам собой.

В детстве Эрнеста легко найти еще один источник его будущих успехов — страсть к конструированию различных механизмов; он даже смастерил сам себе фотоаппарат. Любил он также разбирать и собирать часы, но здесь преуспел не больше каждого из нас — в результате нередко оставалась лишняя деталь, которую некуда было пристроить. Когда это случалось, он бросал часы и отправлялся играть в футбол; говорят, великий физик в юности был неплохим форвардом.

Окончив школу с прекрасными отметками, он получил премию на продолжение образования, что позволило ему в 1890 году поступить в Кентерберийский университет; родители не могли ему помочь деньгами — у него было еще одиннадцать братьев и сестер.

В университете Эрнест стал одним из инициаторов создания научного студенческого общества. Он тогда учился на втором курсе, увлекался естествознанием и имея право, как и каждый член общества, сделать доклад на любую интересующую его тему, решил избрать для публичного дебюта тему «Эволюция материи». Трудно сказать, какими соображениями руководствовался двадцатилетний студент, берясь за такую трудную задачу, но еще менее ясно, откуда почерпнул он те идеи, которые высказал в своем докладе.

Заявил он, ни больше ни меньше, что все атомы построены из одних и тех же составных частей. Мало сказать, что это было невежественно по тем временем — атомистическая теория англичанина Джона Дальтона, царившая в физике, непоколебимо утверждала неделимость атома; мало сказать, что это было дерзко по тем меркам — гипотеза другого английского физика, Проута, о том, что атомы всех элементов построены из одних и тех же атомов водорода, была поначалу задушена на корню, и горе тому, кто пытался стать на ее защиту; такая мысль двадцатилетнего Резерфорда казалась просто смешной и неуважительной по отношению к кружку, именующему себя как-никак научным.

И что же? Пришлось Эрнесту на следующем заседании принести извинения своим товарищам за то, что он под видом научного доклада рассказывал явную белиберду. Мне бы очень хотелось увидеть выражение лиц сих молодых людей через двенадцать лет, когда они узнали, что их бывший однокашник экспериментально доказал ту бредовую идею, за которую когда-то перед ними извинялся.

Было бы неправильным, разумеется, утверждать, что Резерфорд уже тогда ясно осознавал, о чем говорил; скорее всего, то была фантазия молодого студента, но фантазия, основанная не на буйстве воображения или склонности к розыгрышам, а на какой-то необъяснимой интуиции.

Словом, поначалу Резерфорд явно скомпрометировал себя в глазах общественности, и если бы он не обратился затем к опытам, в которых показал себя искуснейшим экспериментатором, то неизвестно еще, завоевал ли бы он впоследствии столь почетное положение в университете и получил ли бы возможность после защиты диплома отправиться через океан на родину предков.

Произошел этот поворот вскоре после того, как студент Резерфорд прочел статью немецкого физика Генриха Герца об открытии электромагнитных волн.

Она увлекла его открывающимися перспективами; к тому же Эрнест, подобно самому Герцу, предпочитал такие области науки, где можно что-то делать собственными руками.

Он занялся изучением свойств волн Герца — так называли вначале электромагнитные волны. Работал он в студенческой лаборатории, помещавшейся в холодном сарае с цементным полом, ее величали из-за этого пещерой. Тем не менее суровые условия работы не охлаждали энтузиазма, с которым Эрнест взялся за дело: он решил сконструировать беспроволочный телеграф. Его, правда, смущало, что он не знал, как обнаружить приходящую волну. После некоторых исследований, для которых он сам сконструировал приемник, Эрнест обнаружил, что о присутствии волн можно судить по размагничиванию железа. Он вставлял в колебательный контур пучок железных проволок, рядом помещал магнитную иглу, и, когда контур принимал волны и в нем возбуждались высокочастотные колебания, магнитная стрелка отклонялась.

Это было первое открытие двадцатитрехлетнего Резерфорда, и, конечно, он опубликовал его, и, конечно, в маленьком университете оно произвело весьма большое впечатление, и ему даже простили ошибки молодости — фантазии насчет строения атома.

Но, несмотря на то что работа была выполнена студентом, многие физики и инженеры, и среди них Александр Попов и Гульельмо Маркони, отнеслись к ней вполне серьезно и даже использовали ее в своих открытиях в области радио.

Для самого же Резерфорда эти исследования непосредственного значения не имели по причинам, нам уже известным, и Дж. Дж. Томсон даже раскаялся в этом, но

косвенная польза от них была несомненная: о Резерфорде узнали сначала в Новой Зеландии, а потом и в Англии. Первое событие имело последствием диплом с отличием и место учителя физики в средней школе, второе принесло ему «Стипендию 1851 года». Это самая крупная стипендия, какую только может получить в Англии молодой ученый; она была учреждена из части доходов от Всемирной выставки 1851 года, проходившей в Лондоне. Присуждали их наиболее талантливым выпускникам провинциальных университетов, чтобы дать им возможность два-три года постажироваться в лучших лабораториях Англии.

Между первым и вторым событиями был разрыв почти в полгода, и эти месяцы Резерфорд пытался преподавать детям физику, как в свое время Ампер. Любопытно, что оба они на этом поприще не преуспели, но по разным причинам: Ампер был вообще малообщительный человек, к тому же со странностями, а Резерфорд, напротив, был полон энтузиазма и старался привить детям свою любовь к физике, но он явно недоучитывал их подготовку и их психологию. Ребят надо было заинтересовать, надо было найти прием, как это сделать; одной собственной увлеченности предметом мало, иногда эти качества даже мешают. Так случилось и с Резерфордом. На его уроках царили шум и беспорядок; увлекшись своим рассказом о таинствах материи, Эрнест напрочь забывал о детях, ну, а те не медлили пользоваться странностью нового учителя. Но даже если он сердился на невнимание — а он, естественно, не мог оставаться равнодушным к явным беспорядкам в классе — и даже если выгонял кого в коридор, ребята вскоре перестали бояться такого наказания. Они убедились, что стоит задать учителю какой-нибудь вопрос, как он увлечется, отвечая, и тогда можно преспокойно вернуться в класс, — в пылу рассказа он ничего не замечает.

Да, дирекция школы, которой Резерфорда рекомендовали как одного из лучших выпускников университета, была явно разочарована. Впрочем, и сам Эрнест был разочарован не меньше своей педагогической деятельностью. Он знал свою слабость, знал, что не умеет заставить себя слушать, но поделать ничего не мог.

В детстве, правда, он придумал неплохой прием для усмирения своих маленьких сестренок, которых мать оставляла на его попечение: он связывал им косы, и они не могли уже разбежаться. Но в школе такой метод не годился, а других, более педагогических, он не знал и поэтому только и ждал повода, чтобы оставить преподавание.

В дальнейшем Резерфорд считался одним из лучших учителей — не школьных, а как глава физической школы. Вокруг

него всегда группировались молодые физики, многие из которых потом, в свою очередь, стали во главе больших научных коллективов. Вероятно, дело все в том, что в лабораторию к Резерфорду приходили люди, уже выбравшие физику среди всех других наук, преданные ей, и им не надо было прививать азы, им надо было помочь найти себя в науке. И вот здесь, в искусстве гораздо более редком, чем умение держать в руках несколько десятков сорванцов, равных Резерфорду не было.

Впрочем, об этом речь еще впереди, для начала нужно, как минимум, чтобы Эрнест покинул наконец Новую Зеландию и отплыл в Англию — через океан, в поисках счастья, как некогда его дед, только в обратном направлении.

Если его предки не оставляли на родине никого из близких, то у Эрнеста здесь оставались родители, братья, сестры и невеста — Мэри Ньютон, за которой ему придется спустя некоторое время вернуться, чтобы обвенчаться и увезти с собой в другое полушарие, в другое общество, в совсем другую жизнь, не похожую на тихое существование в маленьком провинциальном городке, где учителя копают картошку на своем огороде.

Да, да, именно так, именно за этим занятием и застал его почтальон, когда принес телеграмму из Лондона о присуждении ему стипендии. Резерфорд радостно швырнул лопату на землю и закричал матери: «Это последняя картошка, которую я выкапываю!»

Он был прав, но та работа, что ожидала его в жизни, была ненамного легче; я имею в виду тот напряженный темп, ту отдачу, с которой работали большинство первопроходцев в науке. А Резерфорду суждено было стать именно первопроходцем.

Но сначала он был робким стажером.

Он прибыл в Англию, в Кембриджский университет, в 1895 году, накануне великого события, которое изменило всю физику и которое повлияло на его судьбу, — накануне открытия Рентгена. Вместе с тем то был год значительных реформ в научной жизни Кембриджа. В 1895 году был наконец отменен запрет, не разрешавший выпускникам других университетов работать в знаменитом научном центре. Инициатором этого прогрессивного акта был Дж. Дж. Томсон, руководитель знаменитой Кавендишской физической лаборатории.

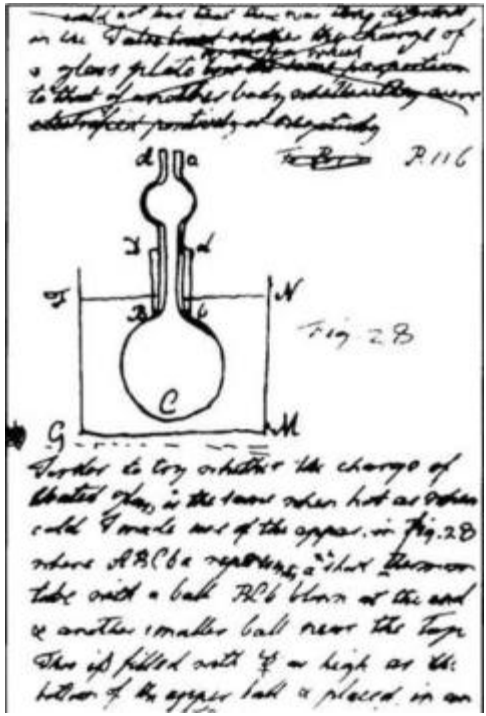
Достопочтенный Генри Кавендиш. С рис. Александера. Собственность Британского музея.

Она была построена сравнительно недавно, в 1874 году, на деньги известного английского ученого Генри Кавендиша, жившего в XVIII веке. Этот Кавендиш был странным человеком. Мало того, что он избегал людей, никого не принимал и даже слугам запрещал попадаться на глаза; мало того, что питался он один в пустом зале, куда ему подавали прежде, чем он входил, а посуду забирали после его ухода; мало того, что работал он в полном одиночестве в своей частной лаборатории,

оборудованной тут же у него во дворце — а у него был собственный дворец; мало всего этого — он еще и не публиковал большинства своих исследований, словно не желая встречаться с читателями даже заочно. Не знаю, как он, но наука много потеряла от его чудачеств: большинство его открытий были обнаружены уже много лет спустя после его смерти при разборе бумаг. И поэтому некоторые явления физики и химии, открытые им для себя, но сокрытые от людей, пришлось открывать еще раз, независимо от Кавендиша, другим исследователям. И только потом они с удивлением узнали, что повторяли то, что было уже сделано.

Может быть, желая искупить некоторую вину эксцентричного и эгоистичного Кавендиша перед наукой, его наследники предоставили средства для строительства физической лаборатории Кембриджского университета. Но, в конце концов, не так уж и важно, какими соображениями они руководствовались, важно, что лаборатория была построена и хорошо оснащена, и в 1874 году красивое готическое трехэтажное здание приняло первых исследователей. Через десять лет после открытия директором лаборатории стал Джозеф Джон Томсон, выдающийся английский физик, открывший электрон, которого его ученики и коллеги, чтобы не путать с другим великим Томсоном, лордом Кельвином, и с его собственным сыном, не столь великим Джорджем Томсоном, называли ласково Джи-Джи.

С приходом Джи-Джи — позволим и мы себе иногда его так называть — в Кавендишской лаборатории закипела новая жизнь. Директор решил заняться широким кругом физических проблем, поскольку сам имел многочисленные интересы в физике. А для этого нужны были помощники, и отсюда вытекало второе его начинание: он добился отмены консервативного наследия своих предшественников и пригласил в лабораторию иногородних, как теперь мы говорим, и иностранных ученых. Вот в числе этих первых «чужаков» и появился в чопорном Кембридже Эрнест Резерфорд (Крайстчерчер, Новая Зеландия); одновременно был принят на работу и Поль Ланжевен (Париж, Франция), впоследствии один из близких друзей Эрнеста. Кстати, вот почему Резерфорд попал к нему на обед в Париже спустя восемь лет.



Страница из рукописи Кавендиша.

Когда Резерфорд впервые предстал перед директором, тот, несмотря на разницу в возрасте и положении, очень внимательно и дружески расспросил его о научных склонностях и планах. Узнав, что в университете он увлекался электромагнитными колебаниями и даже привез с собой сконструированный им самим передатчик, Томсон тактично предложил для начала продолжить свои работы в данной области. Это было разумное предложение: оно давало возможность новичку в науке и новичку в Кембридже постепенно освоиться и на первых порах показать себя с лучшей стороны, что было немаловажно для творческого самочувствия двадцатичетырехлетнего стажера.

Резерфорд, ободренный столь чутким отношением Джи-Джи, вначале решил продолжить изучение электромагнитных волн и особенности их распространения. Очень быстро, уже на следующий год, он добился выдающихся по тем временем практических результатов — установил радиосвязь между Кавендишской лабораторией и университетской обсерваторией, расположенной в трех километрах. Петр Леонидович Капица пишет в своих воспоминаниях, что это был рекорд дальности и, «продолжай он эти работы, он ушел бы очень далеко». Но, как рассказывал потом сам Эрнест, его не манили практические перспективы; чтобы развивать свое достижение, надо было усовершенствовать приемник, передатчик, другую аппаратуру, а

это было ему не по душе.

Ученый мир был взбудоражен открытием Рентгена, и Резерфорд не хотел оставаться в стороне от самых новых исследований. К тому же Томсон сделал ему весьма лестное предложение работать под личным руководством директора лаборатории. Поэтому Эрнест свернул свои радиоработы, передатчик подарил итальянскому инженеру Маркони, который, кстати, использовал его в дальнейшем, и приступил к штурму самых высоких вершин физики, чтобы постепенно, одну за другой, покорить их, взойти туда первым и получить таким образом право дать им свое имя.

Но начало было скромным: Резерфорд совместно с Томсоном принялись за изучение ионизации газов и воздуха в том числе, лучами Рентгена. За несколько месяцев 1896 года они достигли весьма приличных успехов, и не случись тут еще открытия Беккереля, и не увлекись Резерфорд новой темой, и не оставь из-за этого ионизацию, может, он стал бы соавтором эпохального открытия, сделанного через год его учителем, — открытия электрона.

Но обнаружение урановых лучей вселило смятение в его душу, и он оставил рентгеновские лучи, чтобы заняться новым загадочным феноменом. Было бы несправедливо обвинять молодого ученого в легкомыслии, этаком порхании от темы к теме; дело в том, что в лучах Беккереля Резерфорд поначалу усмотрел нечто общее с лучами Рентгена, и, поскольку в изучении последних он уже немало преуспел, было вполне логично приступить к их взаимному сравнению.

Первое исследование подтвердило его гипотезу: урановые лучи также ионизировали воздух. Но дальше пошли неожиданности: излучение урана сильно отличалось от рентгеновского. Почти год возился Эрнест со своей работой, первой самостоятельной работой, и в результате должен был признать, что ошибся в исходной посылке.

Резерфорд не очень огорчился, обнаружив, что лучи Рентгена и лучи Беккереля имеют разную природу; он резонно решил поискать смысл в полученном отрицательном ответе — почему у них разная природа, чем они отличаются друг от друга.

И когда Эрнест поступил вот таким единственно разумным образом, он очень быстро пришел к открытию, пролившему свет на природу радиоактивности. Экспериментируя с лучами Беккереля, исследуя их поведение в магнитном поле, он обнаружил, что они состоят как минимум из двух различных компонентов. Одно излучение легко поглощалось даже листом бумаги, другое обладало большей проницаемостью, оно

проходило сквозь алюминиевую фольгу. Чтобы не путаться в названиях этих составных частей, он назвал их очень просто — первыми двумя буквами греческого алфавита: альфа-лучи и бета-лучи. А когда через четыре года физик Виллард обнаружил в излучении радия еще и третью составляющую — лучи, похожие на рентгеновские, — он, по примеру Резерфорда, назвал их следующей буквой — гамма-лучами.

Поль Ульрих Виллард 1860–1934

Вероятно, всем нам памятна картинка, приведенная в учебниках физики: маленький свинцовый ящик с отверстием, из которого вырывается наружу радиоактивное излучение и под действием магнита делится на три траектории; первая сильно загибается в одну сторону — это альфа-лучи, другая отклоняется в противоположную сторону, но меньше — это бета-лучи, а третья, средняя, проходит между ними, никуда не отклоняясь, — это гамма-лучи. Сейчас это основы физики; пользуясь все тем же греческим алфавитом, можно сказать, что это альфа и омега физики, но тогда все было внове, и это было открытие, первое серьезное открытие двадцатипятилетнего Резерфорда. Первое и далеко не последнее. Ему еще предстояло обнаружить много новых земель в океане физических явлений; но для этого надо было сначала ему самому пересечь Атлантический океан.

Случилось это так. В 1897 году в Мак-Гиллском университете в Монреале, в Канаде, открылась вакантная должность профессора физики. Ректор университета Петерсон написал письмо Дж. Дж. Томсону с просьбой порекомендовать кого-нибудь из своих учеников или коллег. Томсон, поразмыслив, написал, что он рекомендует некоего Резерфорда, который хоть и недавно работает в Кембридже, но, вероятно, известен господину Петерсону своими прекрасными исследованиями лучей Рентгена и Беккереля. Свое письмо он закончил так: «У меня никогда не было молодого ученого с таким энтузиазмом и способностями к оригинальным исследованиям, как господин Резерфорд; я уверен,

что, если он будет избран, он создаст выдающуюся школу физики в Монреале… Я считал бы счастливым то учреждение, которое закрепило бы за собой Резерфорда в качестве профессора физики».

Здесь удивительны два момента. Прежде всего редкая проницательность Томсона, угадавшего не только талант своего ученика, но его способность создать «выдающуюся школу физики»; именно это Резерфорд и сделал в Монреале. Но более удивительно поведение другого корреспондента: вместо того чтобы сообщить в Кембридж «добро», мистер Петерсон решил сам приехать в Англию, чтобы лично познакомиться с протеже Томсона. Что это: недоверие? Но тогда зачем обращаться с просьбой? Смущение молодостью Резерфорда? Ректор университета должен помнить, в каком возрасте становились профессорами великие физики. А может быть, вот в чем дело: Мак-Гиллский университет — дальняя провинция, туда даже научные журналы доходят, когда статья уже успеет устареть, ни одного мало-мальски крупного ученого там нет, не то что в европейских или американских университетах, и вот ректор решает воспользоваться поводом знакомства с Резерфордом, чтобы заодно ознакомиться с постановкой научной работы в Кембридже, закупить новые книги для библиотеки и новые приборы для лаборатории. Я думаю, эта версия наиболее вероятна.

Итак, Петерсон летом 1898 года приезжает в Кембридж. Томсон уже лично знакомит его с Резерфордом, а Петерсон заочно знакомит Резерфорда с будущим местом работы.

Мак-Гиллский университет, или просто Мак-Гилл, как называли его ученые, был одним из самых старых и лучших университетов Канады, что, впрочем, не мешало ему быть — по европейским меркам — довольно молодым и довольно средним университетом. Свое название он получил, как и Кавендишская лаборатория, по имени человека основавшего его. Звали этого филантропа Мак-Гилл, он был, как и предки Резерфорда, шотландец, и, как и они, бедный шотландец, и, как и они, покинул родину, чтобы попытать счастья за океаном. Только отправился он не в Новую Зеландию, а в Канаду, тоже достаточно малонаселенную страну, но с более суровым климатом.

Двадцать лет пытался Мак-Гилл осуществить мечту, ради которой бросил родные края, — разбогатеть. Чего он только ни делал для этого: охотился на диких зверей, скупал у эскимосов и индейцев пушнину, забирался в места, где до него никто не ходил, — и все-таки своего добился, разбогател. Но, к сожалению, он так много времени и сил потратил на достижение своей цели,

что воспользоваться плодами достигнутого просто не успел — умер. Но поскольку умер он все же богатым человеком, то перед смертью сделал то, что, как он слышал, делают все богатые люди: написал завещание. Точнее, он продиктовал его, поскольку сам не мог этого сделать; не по слабости — по неграмотности. И каково же было удивление его родных, когда они узнали, что их Мак-Гилл, за всю свою долгую жизнь так и не научившийся писать, сорок тысяч английских фунтов пожертвовал на строительство колледжа в Монреале.

Первого колледжа, других там не было.

Сорок тысяч фунтов стерлингов не бог весть какие деньги, если речь идет о строительстве, поэтому колледж, когда его построили в начале XIX века, оказался весьма скромным зданием. Но главное — начать. После этого были собраны дополнительные частные пожертвования, и худо-бедно монреальский университет, объединивший несколько сооруженных на эти деньги колледжей, начал существовать. И получил имя Мак-Гиллского — в честь первого человека, подумавшего о развитии образования и науки в Монреале.

Но недаром говорят, что примеры заразительны. Еще один шотландец канадского происхождения — или канадец шотландского происхождения, как угодно, — Макдональд, которому повезло больше, чем его соотечественнику, и который был поэтому намного богаче его, тоже решил пожертвовать часть своего капитала на просветительские нужды, — правда, еще при своей жизни. У него были другие возможности и, как следствие, другой размах: он отвалил четыре миллиона долларов не вообще университету, а на строительство физического факультета, физической и химической лабораторий. Он лично следил за ходом строительных работ и проследил также, чтобы им, когда они были построены, не забыли присвоить его имя.

Таким образом, шотландцу Резерфорду предлагали работать в университете, носящем имя шотландца Мак-Гилла, на кафедре физики, носящей имя шотландца Макдональда.

Не думаю, чтобы в согласии, которым он ответил на личное предложение ректора, патриотические чувства сыграли главную роль, хотя они и могли иметь место; скорее всего, решающими оказались два фактора: научная самостоятельность — а у Резерфорда уже появились собственные идеи; и материальная независимость — а у него давно была невеста. Вот, собственно, на что рассчитывал новоиспеченный профессор. А на что рассчитывал университет, ясно из письма Эрнеста Мэри Ньютон: от него ожидают, что он «создаст исследовательскую школу, чтобы сбить с янки спесь». Янки, как известно, прозвище

американцев; вероятно, канадцам очень хотелось не отстать от своих преуспевающих соседей хотя бы по части науки.

На какое-то время это и впрямь удалось им, и заслуга здесь, несомненно, принадлежит Резерфорду, в сентябре 1898 года отплывшему из Англии в Канаду, чтобы провести там девять лет своей жизни — если не самые плодотворные, то очень продуктивные, обогатившие науку и принесшие самому ученому мировую известность.

Это был отважный шаг: бросить одну из лучших в мире лабораторий, находящихся в центре научных интересов, и отправиться за тридевять земель — на пустое место, где нет ни предшественников, ни сподвижников, ни традиций, ни даже новых приборов. Комментируя решимость Резерфорда, академик Капица писал: «Мне кажется, это особенно поучительно для молодых ученых. Часто приходится слышать от молодых, начинающих ученых жалобы на то, что они не могут работать, потому что нет подходящих условий, нет подходящей лаборатории, нет того, нет другого. А теперь представьте себе молодого ученого, попадающего на другой конец света от своей родины, совершенно изолированного от всего научного мира, куда в те времена и журналы приходили с опозданием больше месяца. Но этот человек полон идей, полон энтузиазма, и в этом далеком уголке мира он создает самые передовые, самые революционные, самые ведущие взгляды в науке того времени… Он привлекает этим молодых ученых всего мира, и к нему начинают уже съезжаться ученики».

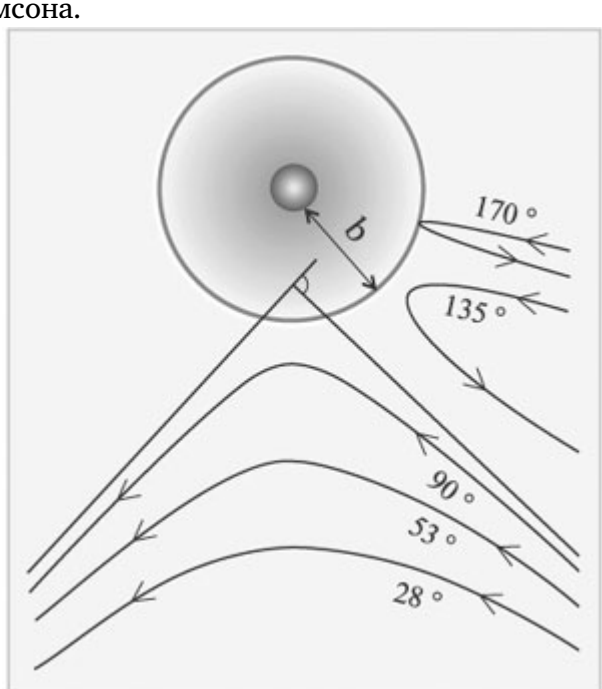
Первым был американец Р. Оуэнс; правда, ему не нужно было никуда ехать, он уже год, как работал в Мак-Гиллском университете профессором электротехники. Он был так же молод, как Резерфорд, ему было всего двадцать восемь, и два молодых профессора быстро подружились. Вероятно, Оуэнс сразу же почувствовал в Резерфорде то качество, о котором говорит Капица, потому что не успел Эрнест, что называется, распаковать чемоданы, как профессор электротехники возжелал бросить исследования в области электротехники и взяться за радиоактивность и потребовал от Эрнеста немедленного совета — чем заняться. Ответ был таким же лаконичным, как и вопрос: торием.

Почему Резерфорд назвал этот элемент? Интуиция, вероятно: ведь об открытии Мари Кюри, обнаружившей радиоактивность тория, в Канаде еще не знали. И тем не менее Резерфорд безошибочно угадал среди многих других элементов тот, что мог, подобно урану, испускать альфа- и бета-лучи.

Вскоре Оуэнс подтвердил: торий действительно

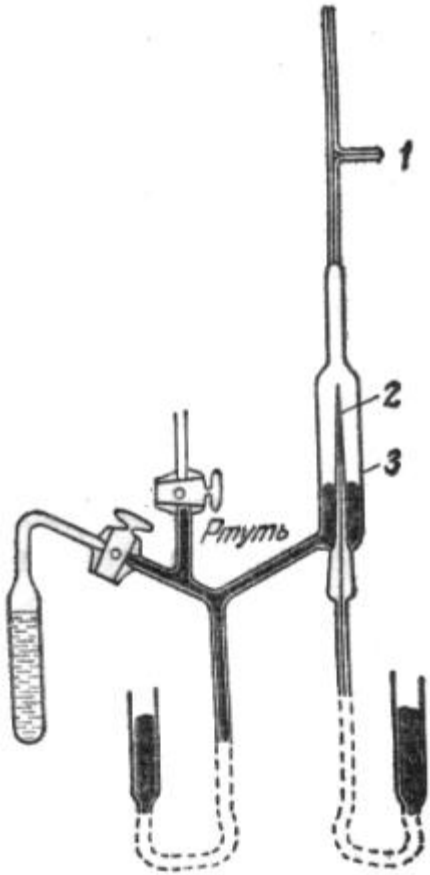
радиоактивен. Но он не успел стать автором этого открытия, из Парижа вскоре дошла весть, что Кюри уже обнаружили радиоактивность тория. Однако Оуэнс не бросил, огорчившись, изучение нового элемента.

Было нечто мистическое в том, как торий вел себя; он то усиливал свою радиоактивность, то ослаблял, то вовсе она исчезала, чтобы тут же вновь обнаружиться; словом, или торий капризничал, или капризничали измерительные приборы. Проверили приборы — и Оуэнс и Резерфорд были по этой части большими мастаками, — нет, не в приборах дело. Вскоре Оуэнс вроде бы нашел причину, но она не объясняла сути явления. Он обнаружил, по его словам, «нечто, что не было ни торием, ни альфа-, ни бета-частицами и что улетало, если на него подуть». Получалось, что на радиоактивность элемента влияет сквозняк. Однако каким смешным ни казалось такое предположение, оно подтверждалось как будто экспериментами. Оуэнс соорудил плотный ящик, помещал туда кусочек окиси тория и ждал пятнадцать минут, пока успокоятся даже слабые воздушные перемещения, — только тогда радиоактивность была нормальной. Но стоило подуть в ящик, и все шло насмарку, и снова надо было выжидать четверть часа, чюои успокоился капризный цемент. Так и не выяснив, в чем здесь дело, Оуэнс к весне свернхл исследования и уехал в Англию навестить профессора Дж. Дж. Томсона.

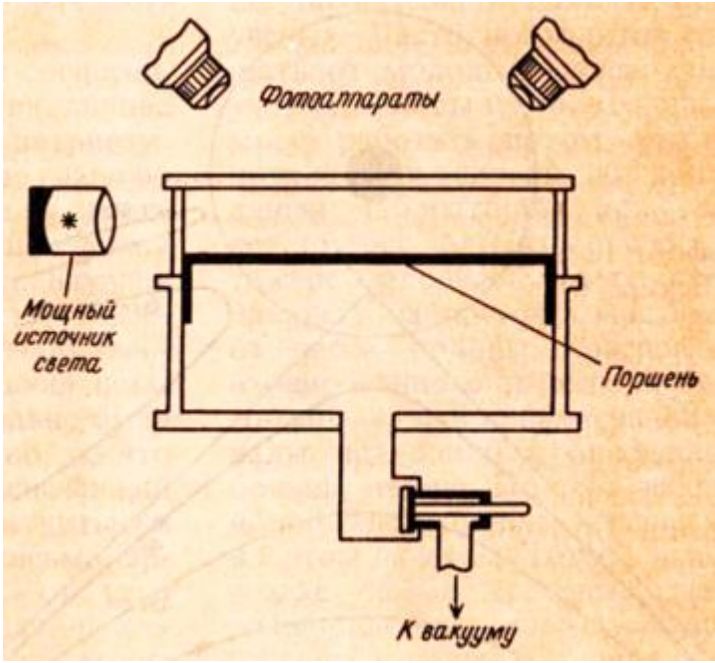


Гиперболические траектория α-частиц вблизи тяжелою ядра

по Резерфорду (1911 год).



Аппарат Резерфорда и Ройдса для доказательства образования гелия при распаде радона.



Камера Вильсона.

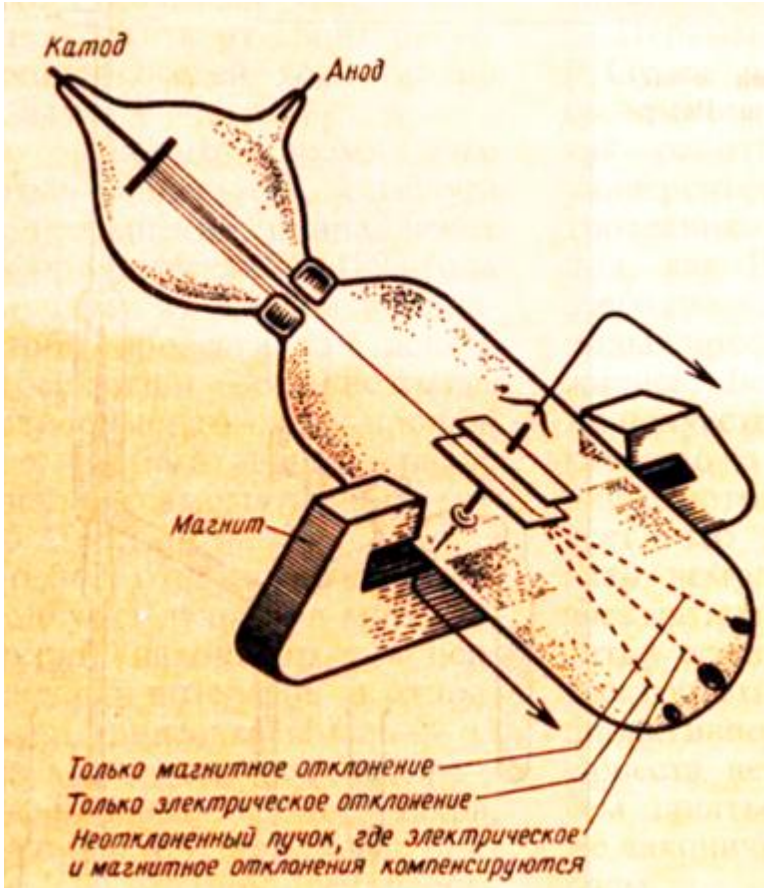
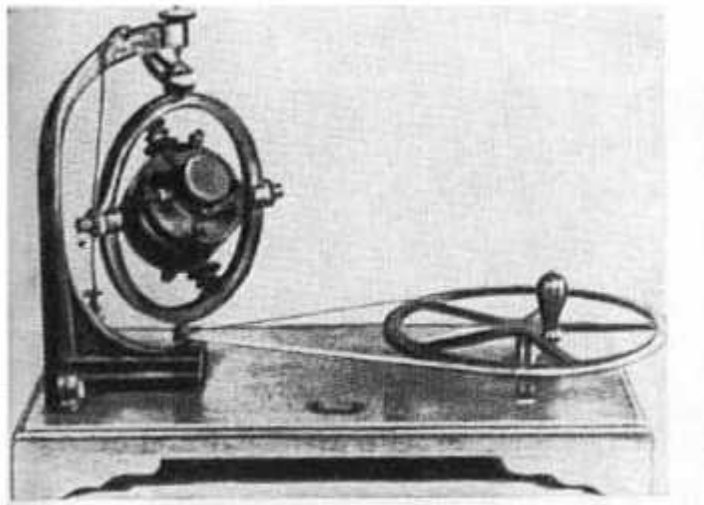


Схема опыта Дж. Дж. Томсона по определению отношения заряда электрона к его массе.

Резерфорд остался один и смог наконец спокойно поразмыслить над чудесами, происходившими в пресловутом ящике. Размышления привели его к идее перестроить этот ящик таким образом, чтобы можно было исследовать воздух, уносивший радиоактивность тория. Через несколько месяцев Эрнест наконец разобрался, в чем тут дело. Оказалось, что в воздухе содержались два вещества, имеющие временную радиоактивность. Одно из них было явно газом, оно проходило сквозь бумажный пакетик, в который была завернута окись тория, но Резерфорду не удавалось его непосредственно нащупать — газ не имел ни запаха, ни вкуса, через какое-то время исчезал вовсе, и поэтому чтобы не ставить точек над «и», Резерфорд назвал таинственное вещество эманацией тория, от латинского слова «эмано» — истекать.

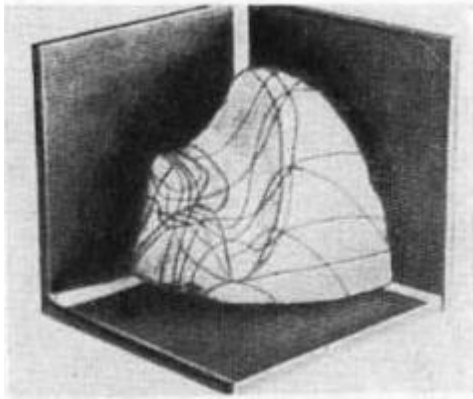
Так Резерфорд открыл инертный газ, получивший позже название «радон» и занимающий свое прочное место в таблице Менделеева в клеточке под номером 86.

Другое вещество было еще непонятнее. Его можно было обнаружить по радиоактивности в самых укромных уголках ящика, куда непосредственно лучи тория не могли попасть, но куда вполне могла залететь эманация. Вещество это не было пылью, ибо воздухом не удавалось его сдуть; оно не было конденсатом эманации, то есть ее росой, так как пламя не удаляло его с тех предметов, на которые оно садилось; его нельзя было смыть ни горячей, ни холодной водой, а также ни крепкими щелочами, ни крепкими кислотами; но оно совершенно легко, за секунды, растворялось в разбавленной серной или соляной кислоте и вновь возникало на дне чашки после испарения кислоты, словно легендарная птица Феникс.



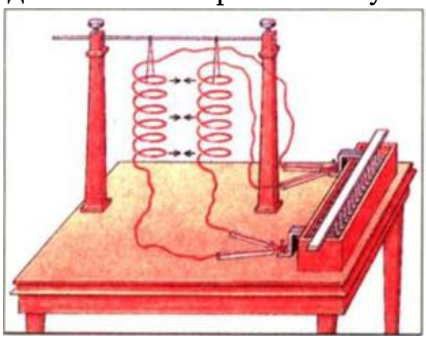
Прибор для обнаружения инерционных эффектов электричества. Музей Кавендишской лаборатории.

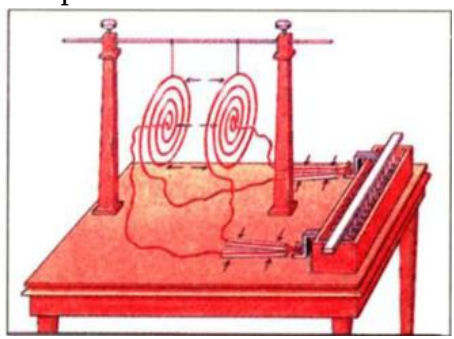
Ясно было одно: это вещество как-то связано с эманацией тория и, может быть, даже является продуктом ее распада, но четких фактов Резерфорд пока не имел, а о таком понятии, как изотопы, наука еще не знала, поэтому Эрнест еще не понял, что здесь происходит обычный, по нашим представлениям, радиоактивный распад тория с выделением радиоактивного изотопа радона, ко торый в свою очередь распадается с образованием нового изотопа, то есть процесс, знакомый сегодня каждому школьнику. Но не знаю, помнит ли каждый школьник, что именно Резерфорд все же докопался до сути этих непонятных превращений, впервые введя понятие «радиоактивный распад».



Модель термодинамической поверхности для воды, выполненная Максвеллом под влиянием работ Гиббса. Музей Кавендишской лаборатории.

Но это было чуть позже, через несколько лет. Сейчас же, в сентябре 1899 года, он сделал то, что на его месте сделал бы любой ученый: написал статью о том, что наблюдал, точнее — две статьи: одну об эманации тория, другую — о радиоактивности, возбуждаемой этой самой эманацией, и отправил их в Англию в научный журнал. После чего снова взял в руки перо, но уже чтобы написать не статью, а письмо, и не в Англию, а в Новую Зеландию, и не редактору журнала, а Мэри Ньютон. В нем он сделал два важных признания: первое — в том, что в ближайший же отпуск он собирается приехать домой и сделать ей наконец официальное предложение стать миссис Резерфорд, а второе — что он хорошо поработал и совершил серьезное открытие. «В прошлый четверг, — написал он Мэри, — я послал еще одну большую статью в журнал, очень хорошую статью. Хотя это только мое мнение, в ней тысячи новых фактов, о которых никто даже не подозревает. И этого достаточно, чтобы сказать, что дело идет об очень серьезном научном открытии».





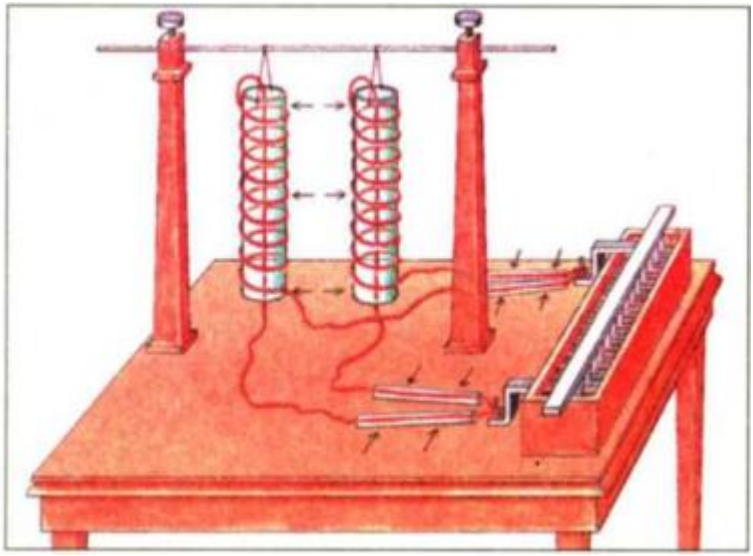


Рис. I. Ряд экспериментов подтвердил гипотезу Ампера о природе магнетизма, вызываемого электричеством.

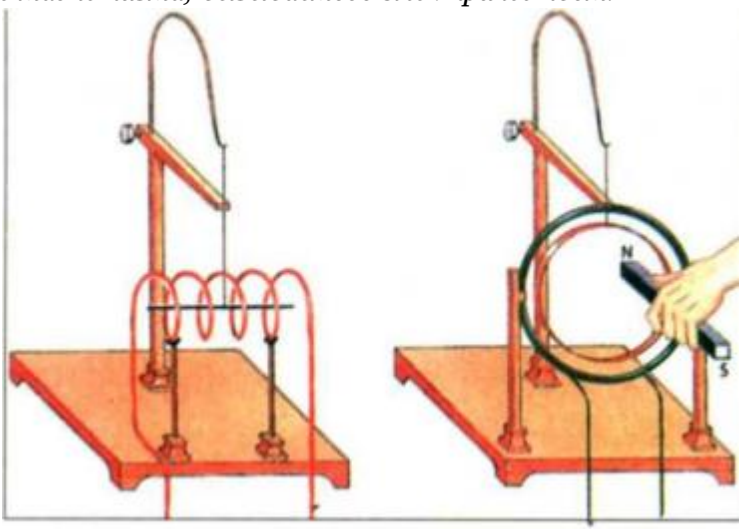


Рис. 2. Электрическую природу магнетизма исследовали независимо друг от друга Араго и Ампер. Слева — эксперимент Араго: подвешенная иголка намагничивается благодаря пропускаемому по спирали току.

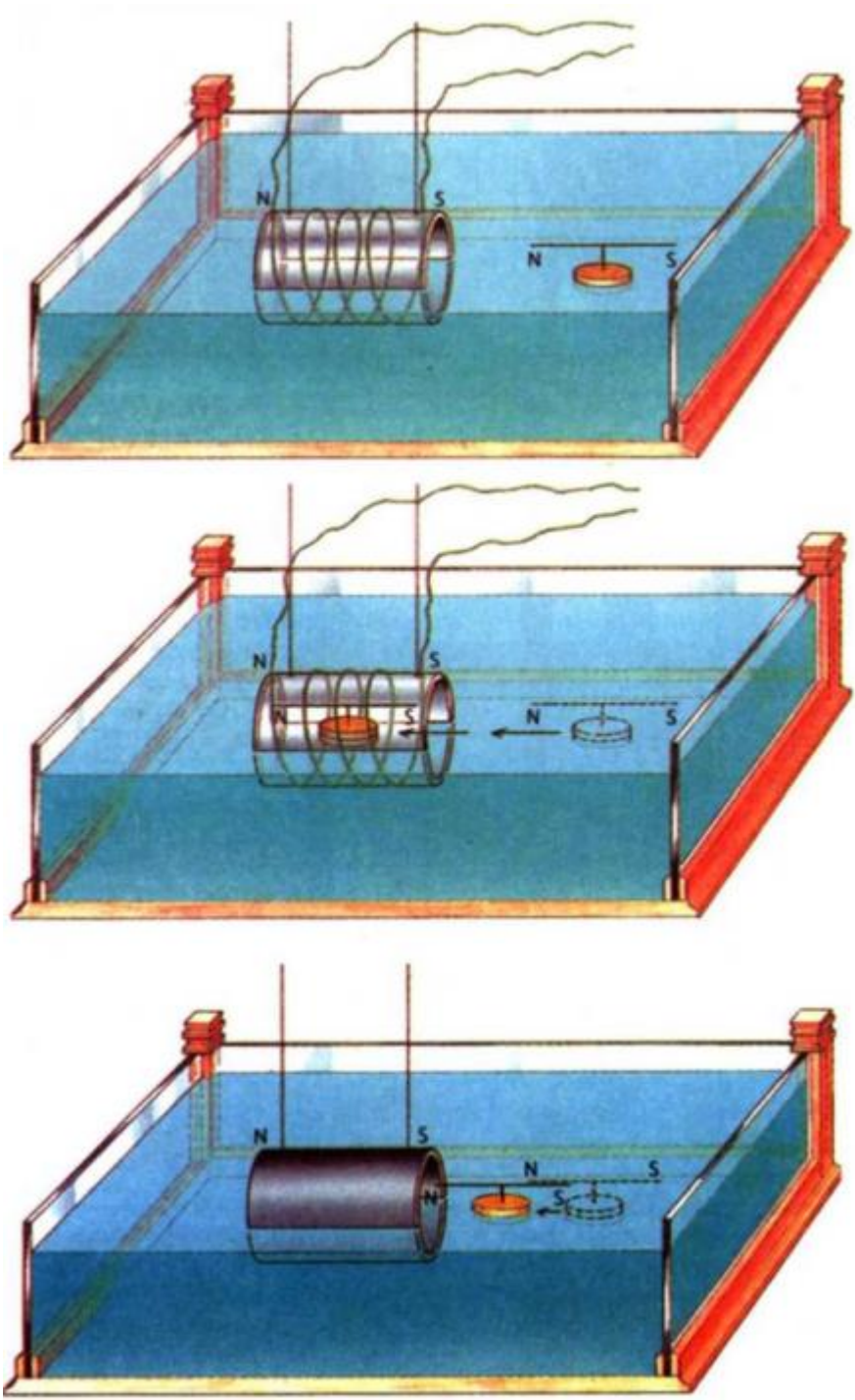


Рис. 3. Очевидное противоречие теории Ампера было выявлено экспериментами Фарадея.

Рис. 4. *Первая рентгенограмма человеческого тела была сделана Люлвигом Цендером, одним из ассистентов Рентгена в 1896 г. Фотография составлена из снимков разных частей тела различных людей.*

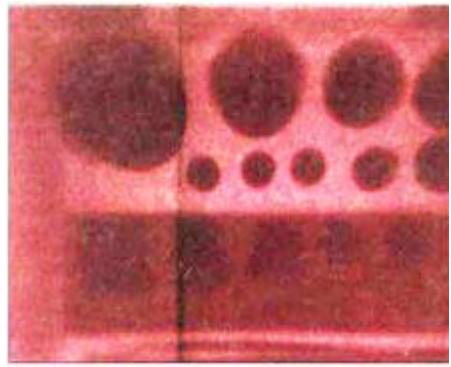


Рис. 5–6. Рентгеновский снимок шкатулки и фотография той же шкатулки (внизу).

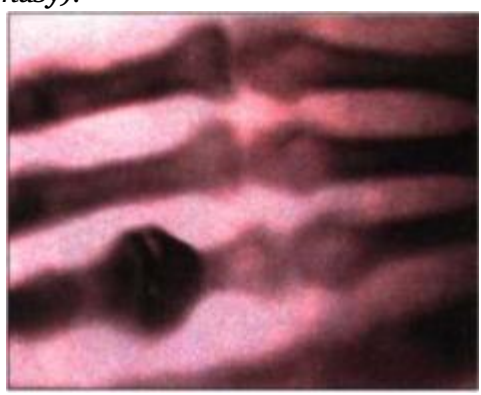


Рис. 7. Первая рентгенограмма части человеческого тела.

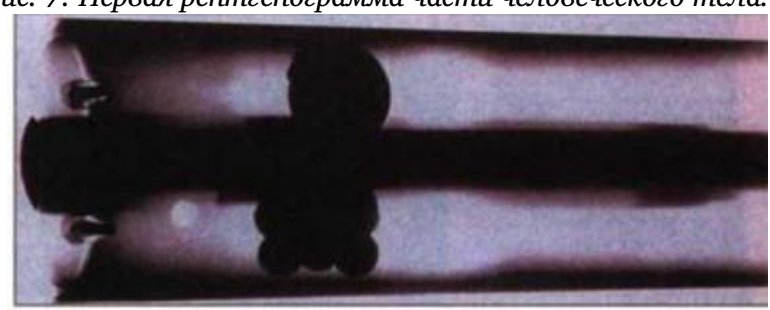


Рис. 8. Охотничье ружье Рентгена.

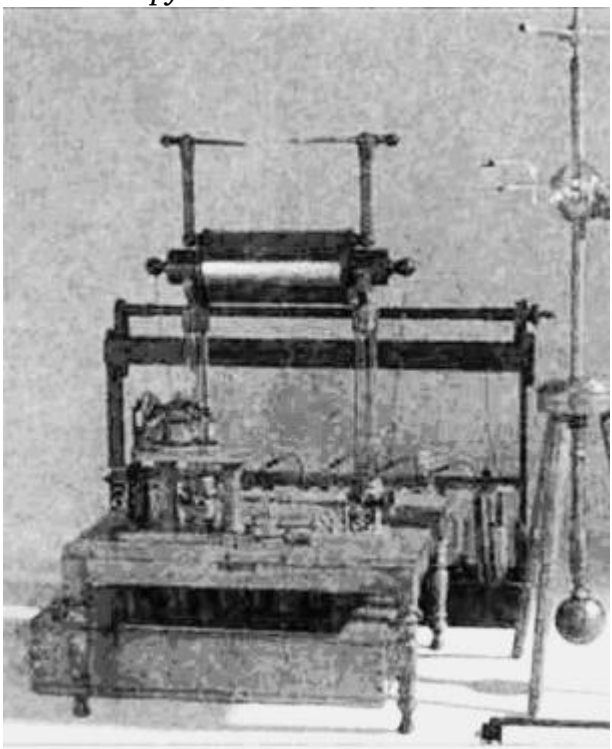


Рис. 9. Кустарно изготовленный рентгеновский аппарат является, по-видимому, самым старым из сохранившихся аппаратов.

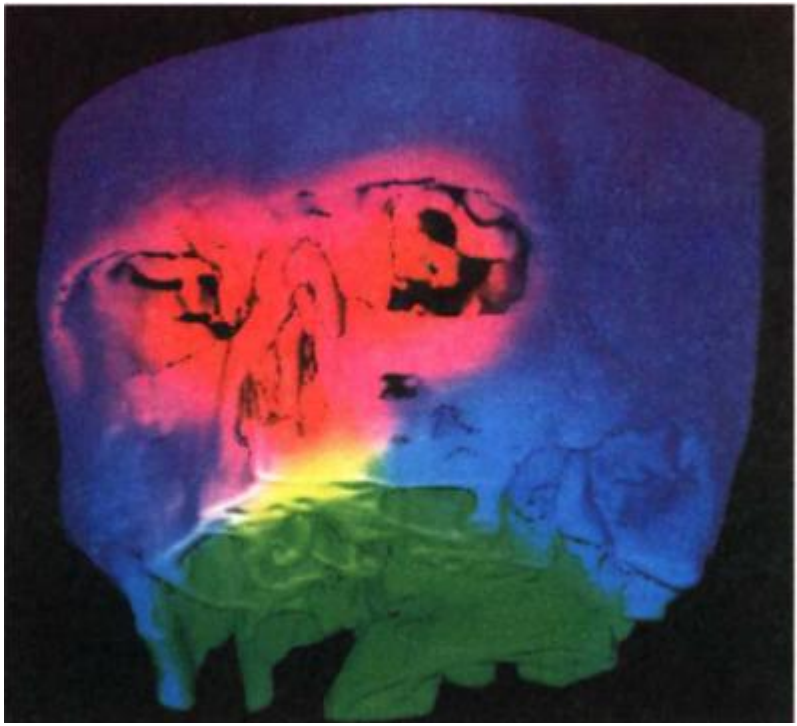


Рис. 10. Одно из последних достижений с применением рентгеновских лучей — компьютерная томография, при которой удается получить трехмерное изображение внутренних органов человека.

Рис. 11. Рентгеновские аппараты использовались во многих обувных магазинах лля полгонки обуви (снимок 1905 г.).

Рис. 12. Снимок перелома плечевой кости.

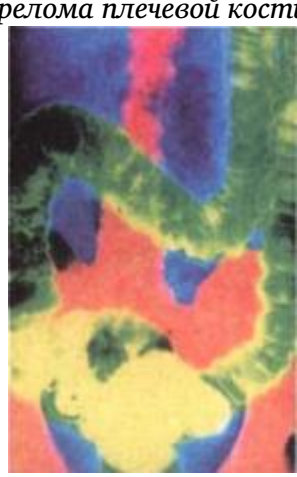


Рис. 13. На рентгене четко видно воспаление толстой кишки у человека.

Рис. 14. Самыми первыми объектами изучения с помощью рентгеновских лучей были руки человека. И только спустя столетие по рентгеновскому отпечатку стало возможно поставить диагноз (например, на фото справа — рука человека, страдающего ревматическим артритом).

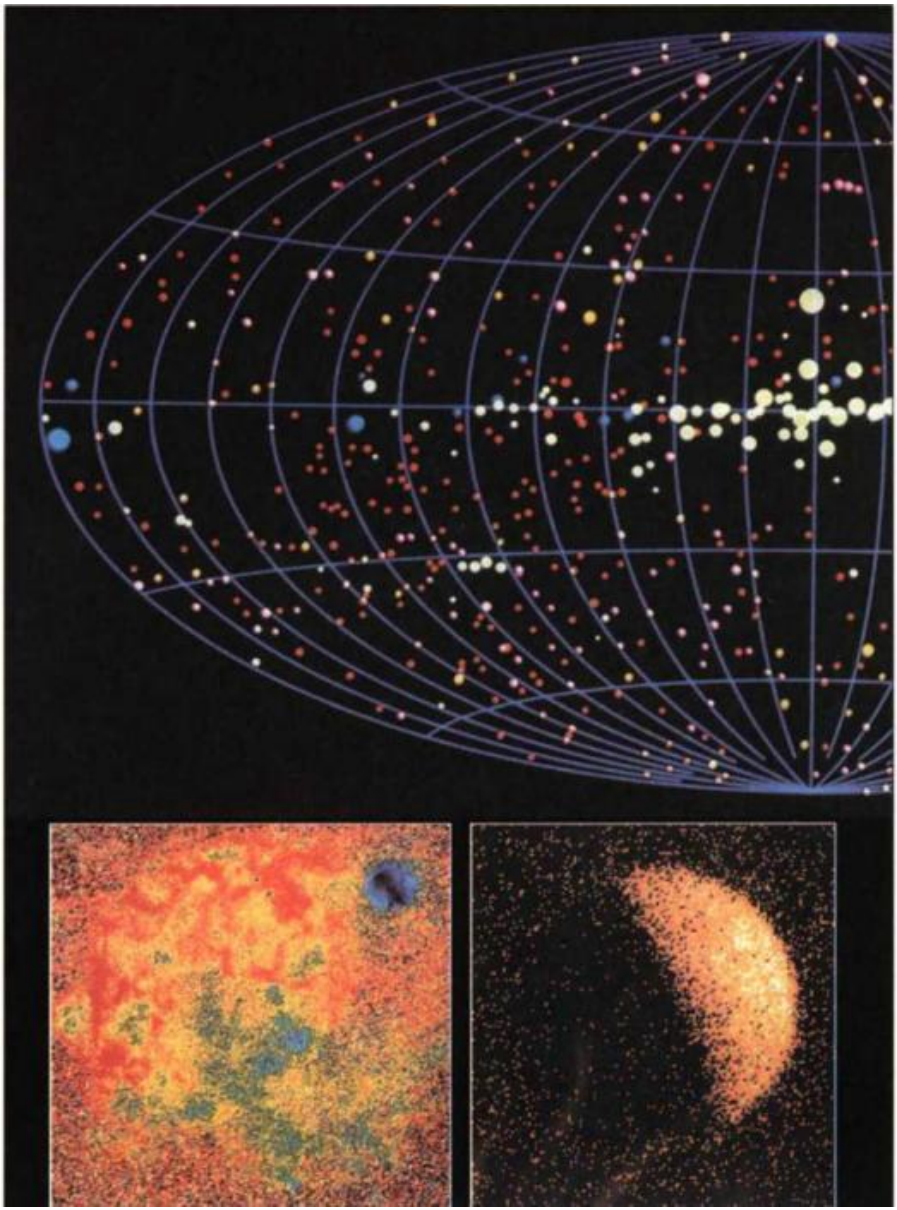


Рис. 15–16. Рентгеновские лучи направлены и в небо. Они открывают необъятные перспективы для астрономов, позволяют увидеть и заснять новые галактики и планеты.

Рис. 17. С помощью рентгеновских лучей можно рассмотреть структуру микросхем в приборе.

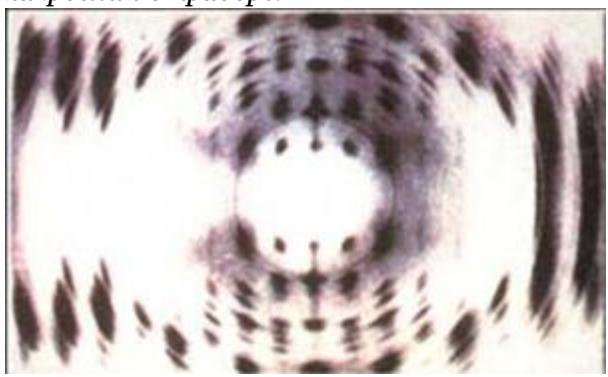


Рис. 18. Рентген может применяться при исследовании приборов с помощью рентгенднффрактометрии.

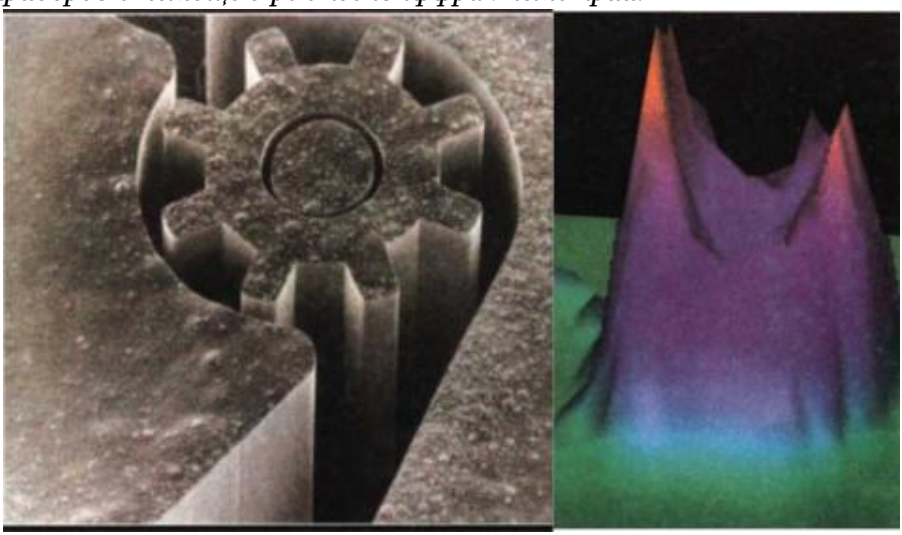


Рис. 19–20. Рентгеновские лучи позволяют предупредить крупные аварии в промышленности, так как с их помощью можно

обнаружить микротрещины от 0,13 до 0,15 мм.

Рис. 21–23. С помощью рентгеновских лучей можно увидеть внутреннее строение морской лилии, которая произрастала 380 миллионов лет назад, изучить, из чего состоит древняя скульптура.

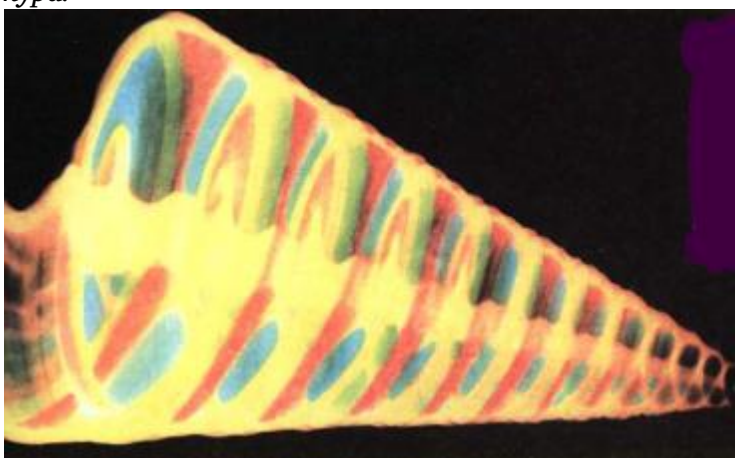


Рис. 24. Рентгеновские лучи позволяют увидеть полную

симметричность телескопической раковины.

Рис. 25. С помощью рентгеновских лучей немецкие ученые обнаружили, что скульптура египетской царицы раньше выглядела иначе: под темным париком скрывалась другая прическа, богато украшенная золотом.

Рис. 26. Вдоль полосы Млечного Пути обнаружено около 160 рентгеновских источников, принадлежащих нашей Галактике. Не все они постоянны: например, с английскою спутника «Ариэль» был зафиксирован сильный источник в созвездии Тельца, который существовал в течение нескольких месяцев 1975 г.

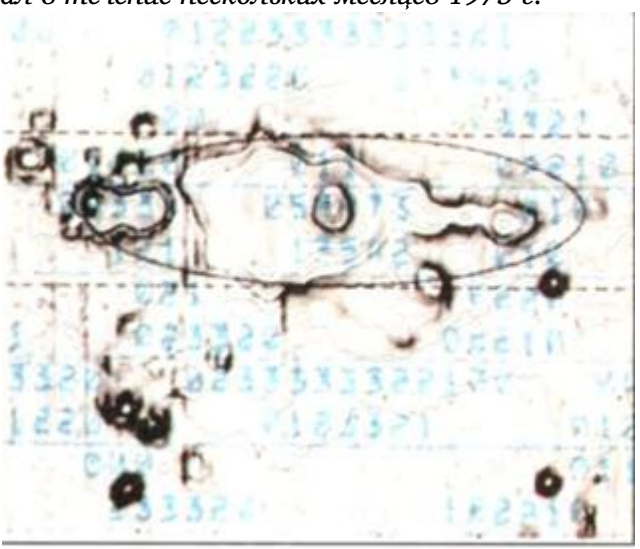


Рис. 27. На карте распределения интенсивности излучения

вблизи центра Галактики показаны также рентгеновские источники. Их яркость соответствует числам на фоне карты: чем больше число, тем интенсивнее источник.

Рис. 28. Крабовидная туманность — остаток взрыва яркой сверхновой, наблюдавшейся китайскими и японскими астрономами в 1054 г. Сейчас это — расширяющееся облако газа, в середине которого находится пульсар — единственный пульсар, отождествленный с оптическим объектом. Крабовидная туманность находится от нас на расстоянии 6000 световых лет.

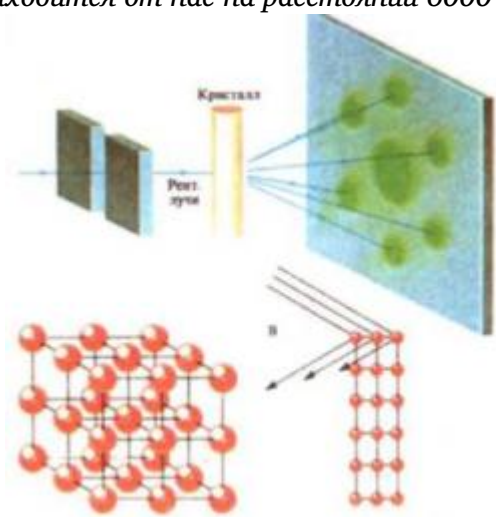
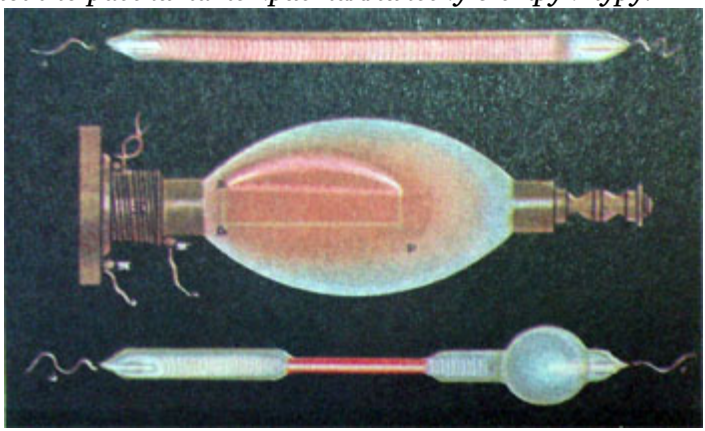


Рис. 29. Дифракция рентгеновских лучей на правильной периодической решетке кристалла со паст на экране систему пятен (А). Каждое из них формируется рентгеновскими лучами, которые, последовательно отражаясь от плоскостей кристалла, проходят путь, равный целому числу длин волн (В). Симметрия и

регулярность в расположении пятен помогают кристаллографу определить, с каким типом ячейки он имеет дело. Например, дифракционная картина А соответствует гексагональной структуре, так что ячейка типа Б не может присутствовать в этом кристалле. По относительной интенсивности пятен и их фазам можно рассчитать кристаллическую структуру.



Рнс. 30. Трубки Гайслера, действие которых обусловлено поведением пучков электронов в почти полном вакууме, существовали задолго до того, как была раскрыта природа катодных лучей. Исследования этих лучей — прежде всего английским физиком Дж. Дж. Томсоном — сыграли решающую роль в понимании структуры атома и позволили найти отношение заряда электрона к его массе.

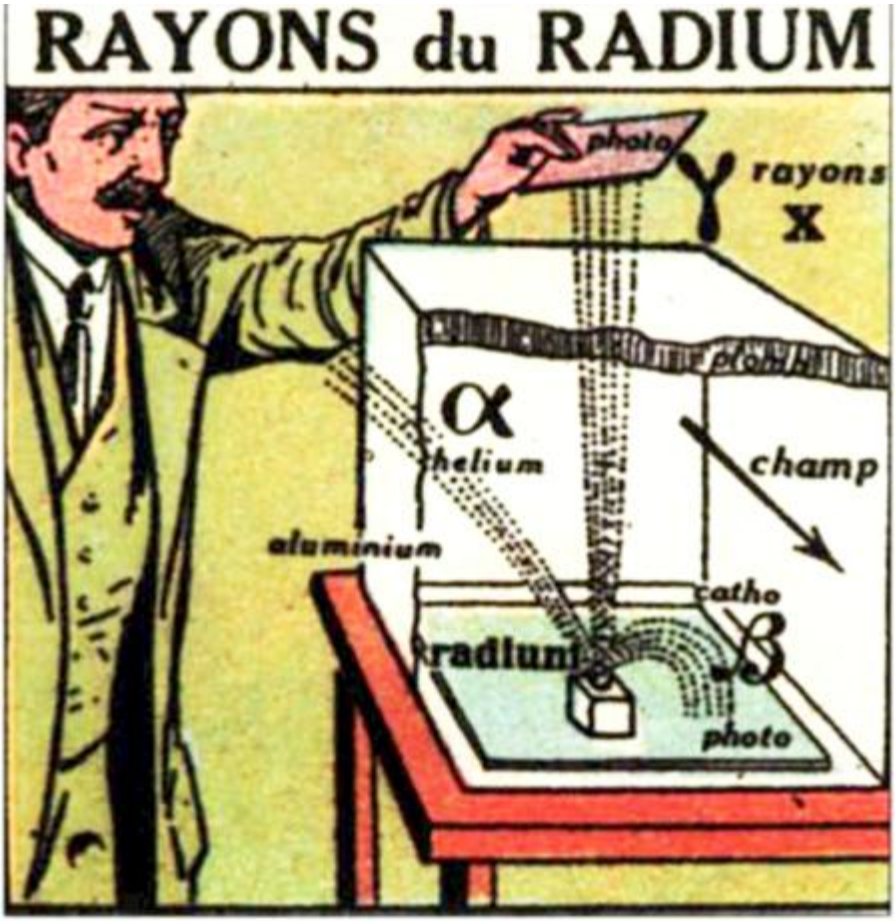


Рис. 31. Резерфорд показал, что радиоактивное излучение радия неоднородно. Пол действием магнитного поля оно разделяется на три пучка. Один из них не изменяет своего первоначального направления — это γ-лучи (электромагнитное излучение, сходное с рентгеновскими лучами), другие отклоняются в противоположные стороны — это α-лучи (положительно заряженные атомы гелия) и β-лучи (поток быстро движущихся электронов).

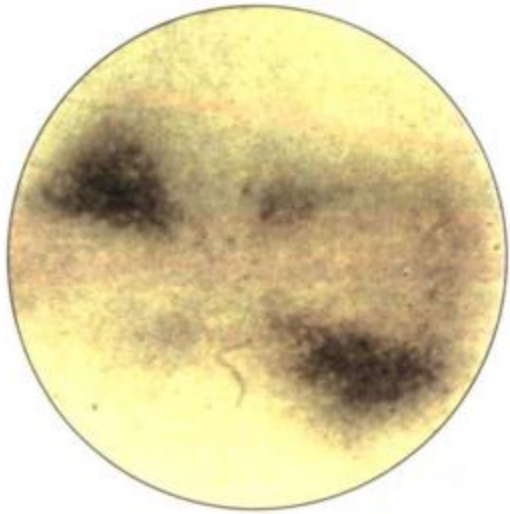


Рис. 32. Эта первая металлография — отпечаток контуров мальтийского креста, — полученная с помощью гамма-лучей, доказывает явление радиоактивности.

Рис. 33. Анри Пуанкаре, поставивший перед Бёккерелем вопрос о том, является ли электромагнитным рентгеновское излучение.

Рис. 34. Благодаря Уильяму Круксу была создана первая модель катодной трубки, с помощью которой Рентген сделал свое открытие.

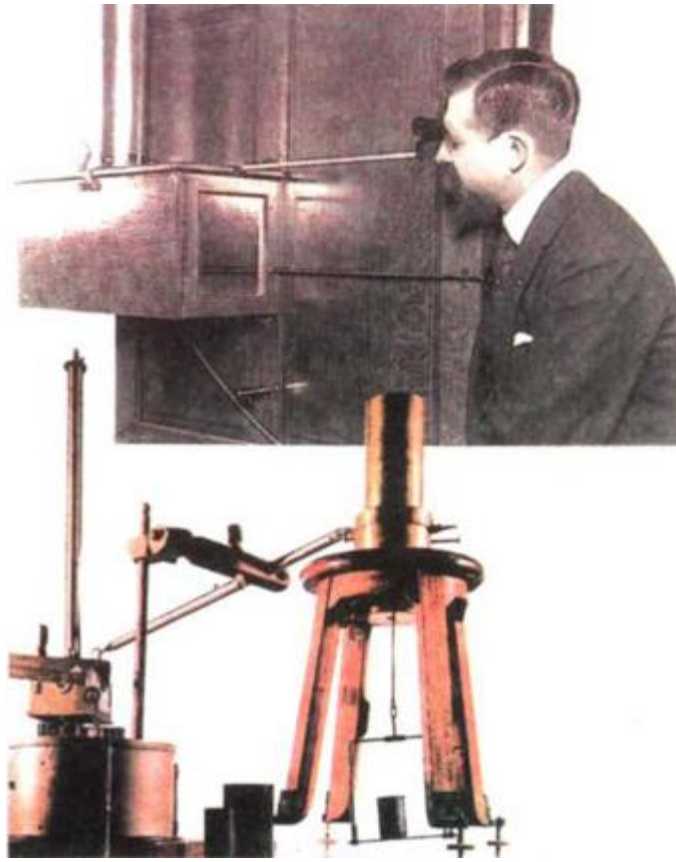


Рис. 35. 1914 гол: измерение радиоизлучений с помощью прибора (внизу), исследующего явление ионизации под воздействием радиоизлучений.

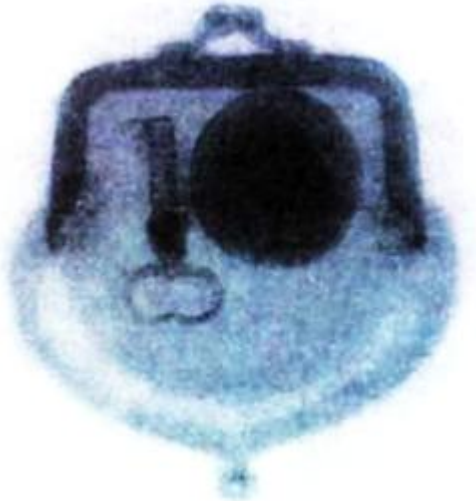


Рис. 36. Радиоактивные элементы, в особенности уран и радий, позволяют видеть сквозь предметы не хуже, чем это делают рентгеновские лучи.

Рис. 37. 1937 год: экспериментатор демонстрирует радиоактивность минеральной воды.

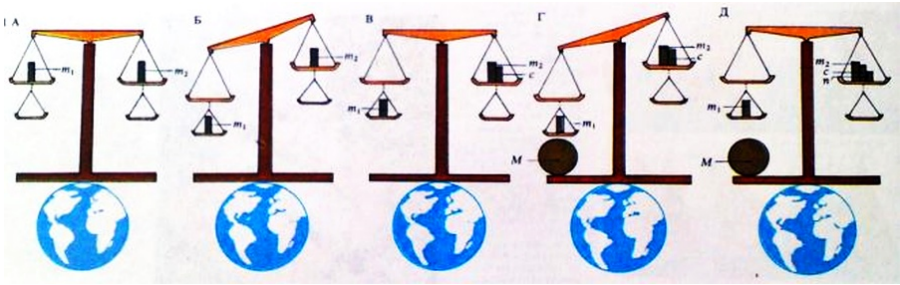


Рис. 38. Массу Земли W можно измерить с помощью весов с коромыслом. Первоначально массы m_1 *и* m_2 *уравновешены (А), но затем массу* m_1 *переносят на нижнюю чашу и ее вес увеличивается, ибо она становится ближе к Земле (Б). Чтобы восстановить равновесие, берут массу* **c** *(В). Используя большую массу M, за счет гравитационного притяжения вновь увеличивают вес массы* m_1 *(Г). Равновесие удается восстановить с помощью массы* **n**. *Если R — радиус Земли, а* **d** *— расстояние между массами* **m** *и* **M**, *то, согласно закону тяготения Ньютона,*

$$\frac{Mm_1}{d^2} = \frac{nW}{R^2}$$

Плечи весов должны быть достаточно велики, чтобы можно было пренебречь воздействием массы M на все массы, кроме m_1.

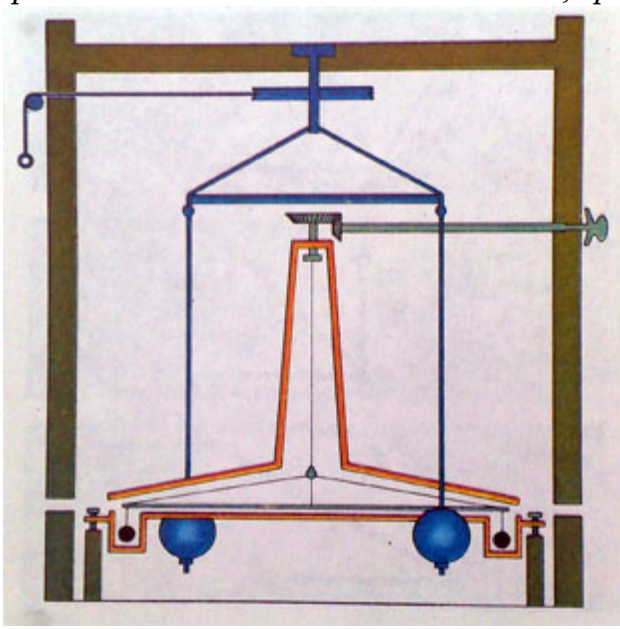


Рис. 39. В 1798 г. Кавендиш измерил массу Земли с помощью круглых весов с кварцевой нитью, где два маленьких свинцовых шарика притягивались двумя большими свинцовыми шарами. Сила притяжения шаров друг к другу рассчитывалась по величине угла отклонения шариков. Сравнивая эту силу с гравитационным

притяжением больших шаров к Земле (т. е. с их весом), Кавендиш нашел массу Земли.

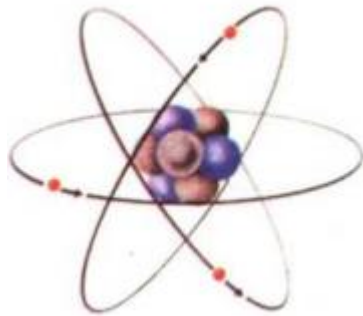


Рис. 40. Электрон — основной носитель электричества. Он входит в состав любого атома. На рисунке изображена чрезвычайно упрощенная модель атома лития. Три электрона (красные) движутся вокруг ядра. Ядро состоит из более крупных частиц — протонов (голубые) и нейтронов (серые). Электрон обладает отрицательным элементарным зарядом. Поэтому заряды трех электронов и трех протонов полностью компенсируют друг друга, и атом в целом электрически нейтрален. В проводниках (к ним относится большинство металлов) внешняя электродвижущая сила (напряжение) заставляет электроны «дрейфовать» от одного атома к другому. Возникающий в результате поток электронов и образует электрический ток.

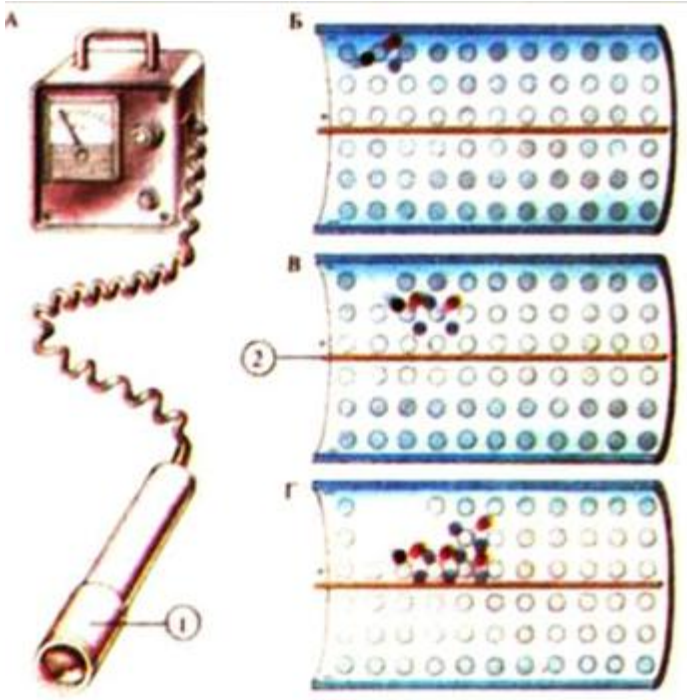


Рис. 41. Счетчик Гейгера (А) используют для обнаружения радиоактивного излучения Камера (I) заполнена при низком давлении неоном (Б). Атомы неона (серые) в камере ионизируются при попадании в них радиоактивных частиц (черные), образуя (В) положительные ноны (красные) и электроны (голубые). Электрическое поле (2) ускоряет заряженные частицы: они сталкиваются с другими атомами неона (Г), вызывая появление новых заряженных частиц.

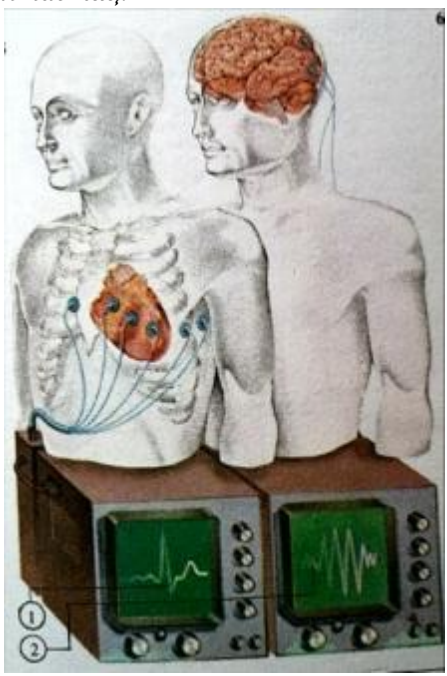


Рис. 42. Работающее сердце создает слабые электрические импульсы, которые после соответствующего усиления можно наблюдать на экране электроннолучевого осциллографа. Эти импульсы записывают на электрокардиограмму (I). Запись электрических сигналов мозга даст электроэнцефалограмму (2).

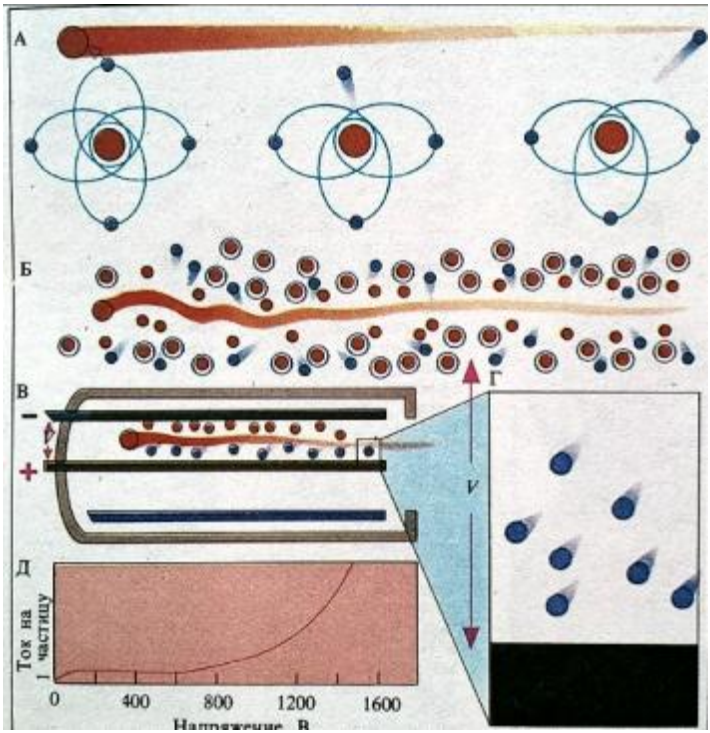


Рис. 43. Частица высокой энергии, проходя через газ, выбивает электроны из нейтральных атомов (А) и оставляет за собой поток свободных электронов (голубые. Б). Если они обладают достаточной энергией, то сами выбивают электроны из атомов. Это явление используется в счетчике Гейгера (В, Г). Субатомные частицы попадают туда ускоренными и создают большой ток электронов, величина которого зависит от напряжения V между пластинами (Д). Ток регистрируется специальным измерительным прибором или оценивается по шуму, создаваемому им в наушниках. Величина этого тока характеризует радиоактивность источника.

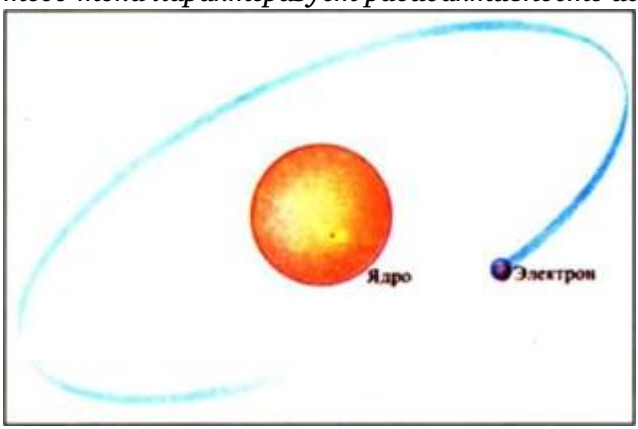


Рис. 44. Схематичное изображение модели атома водорода, предложенное Нильсом Бором, по-прежнему используется в

современной физике, хотя исходные идеи Вора претерпели существенное изменение в квантовой механике.

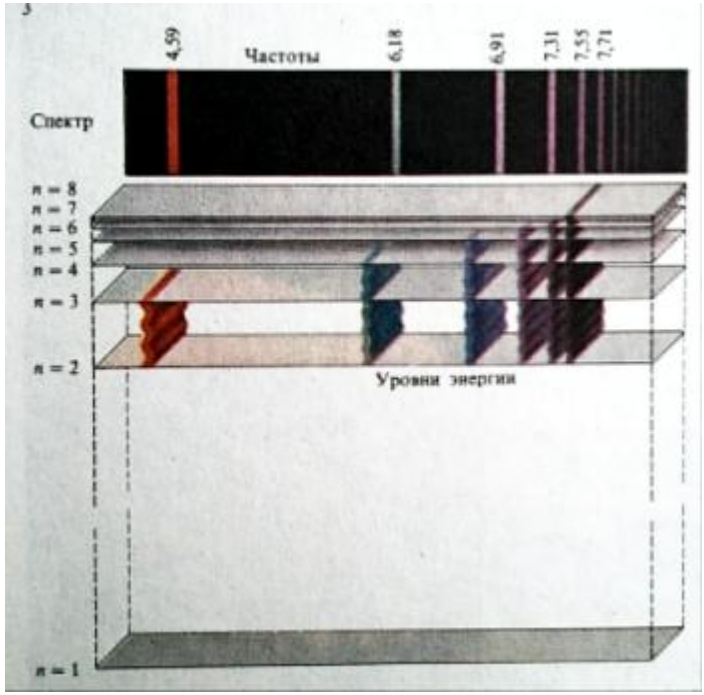


Рис. 45. Спектр света, испускаемого раскаленными газами или парами отдельных химических элементов, состоит из отдельных (дискретных) линий, обусловленных излучением света отдельными атомами. Модель Бора позволила объяснить связь между длинами волн линий в спектре атома водорода и измерениями уровней энергии электрона в атоме.

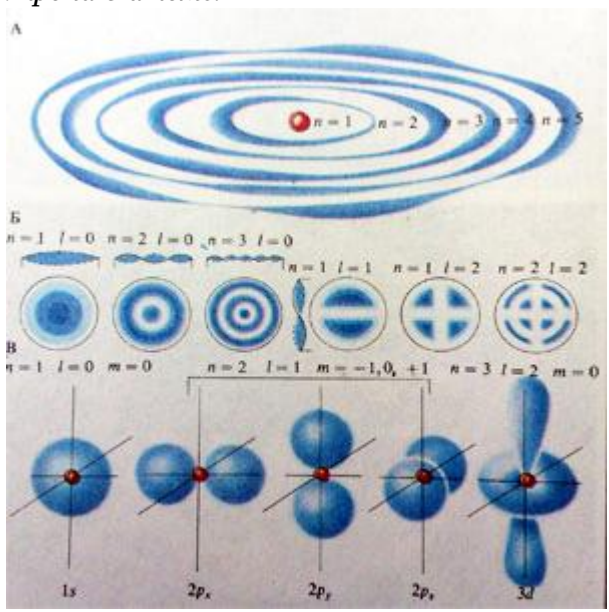


Рис. 46. Возможные орбиты, по которым электрон в атоме движется вокруг ядра, можно изобразить в виде окружностей (А), в каждой из которых точно укладывается целое число длин световых волн, равное главному квантовому числу я. Двумерный аналог атома может быть описан двумя квантовыми числами n и l (Б), а реальный атом (В) характеризуют три квантовых числа (***n***, ***l***, *и* ***m****).*

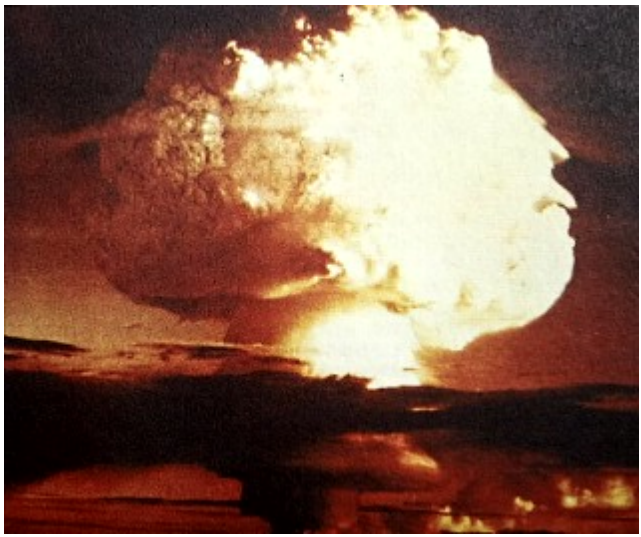


Рис. 47. Грибовидное облако ядерного взрыва — символ угрозы, нависшей над человечеством. Хотя распространение ядерного оружия ограничено рамками международных договоров, предусматривающих контроль над развитием ядерной технологии, количество стран, которые могли бы производить ядерное оружие, продолжает расти.

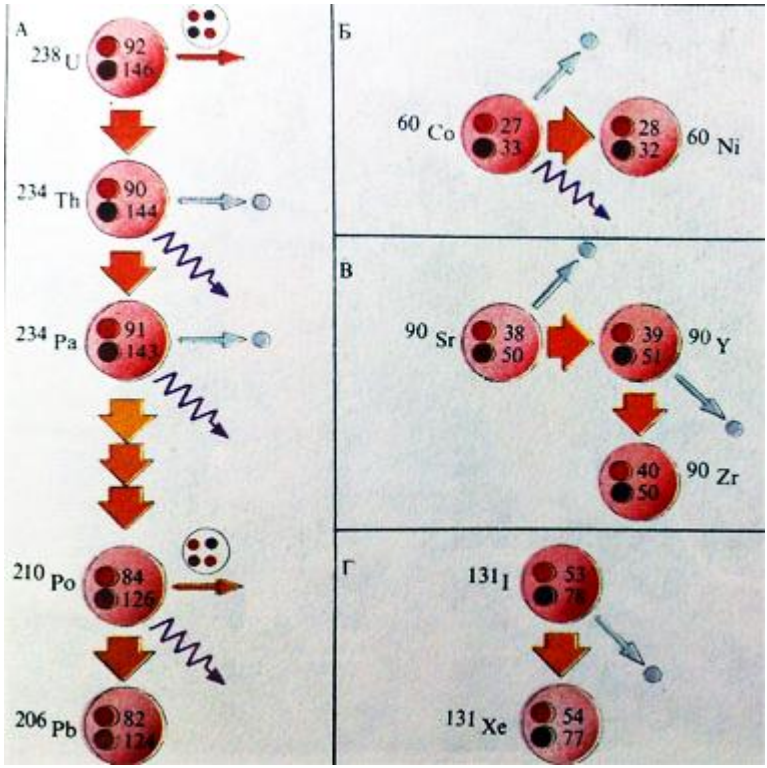


Рис. 48. Ядра атомов, состоящие из протонов (красные кружочки) и нейтронов (коричневые кружочки), могут превращаться друг в друга, испуская радиоактивное излучение трех видов: гамма-излучение (фиолетовые стрелки), электроны (серые стрелки), положительно заряженные альфа-частицы (оранжевые стрелки).

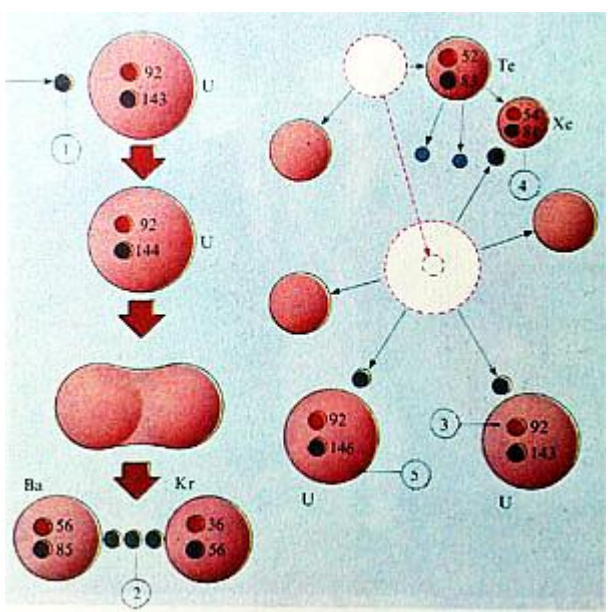


Рис. 49. Ядро урана-235 поглощает медленный нейтрон (I) и расщепляется, при этом выделяется энергия и образуется несколько нейтронов (2). Если один из них вновь столкнется с ядром урана-235 (3), то это может привести к возникновению цепной реакции: образовавшиеся нейтроны могут поглотиться другими ядрами (4) или ядром урана-238 (5).

Он еще даже сам не подозревал, насколько оно серьезно; он только догадывался, что это первая ступень, ведущая к более важным обобщениям. Но для этого ему недоставало еще одного звена, только тогда замкнется цепь интуитивных догадок о радиоактивных превращениях веществ, догадок, ведущих свое начало от той первой, высказанной еще в студенческом обществе, за которую он потом извинялся.

И пока он раздумывал о странностях тория и готовился к поездке домой, в столице Англии, в одной частной химической лаборатории, ковалось то недостающее звено, которого так не хватало Резерфорду.

Лаборатория эта принадлежала сэру Вильяму Круксу, знакомому нам по его знаменитым трубкам. Крукс слыл большим оригиналом. Оригинальность его проявлялась и во внешности — он носил длинные навощенные усы и их кончики тщательно закручивал, — и в образе жизни: исследовательскую лабораторию построил прямо у себя в особняке и занимался наукой, не выходя из дому.

В конце 1899 года, то есть тогда, когда Резерфорд отправил в Англию свои статьи по радиоактивности, Крукс также заинтересовался данной проблемой. Он на время свернул частную консультативную химическую практику, которой занимался не для заработка — он был состоятельным человеком, — а из любви к химии, поручил помощникам следить за изданием еженедельного химического журнала, который выпускал также не корысти ради, и всерьез засел в своей лаборатории.

Из того, что он прочел о радиоактивности, он понял, что ее обнаружить можно либо с помощью электроскопа, либо с помощью фотографических пластинок. В первом приборе он не очень разбирался, а в фотографии был докой и поэтому остановил свой выбор на втором методе, более сложном, но, как всякая знакомая дорога, в конечном счете более коротком. Итак, вооружившись урановым препаратом, фотопластинками и терпением, он решил попытаться выделить радий, как это делали на континенте супруги Кюри. Правда, его технология выделения несколько отличалась от технологии Кюри. Как, впрочем, оказались отличными и результаты: когда он приготовил наконец

желанный азотнокислый уранил, оказалось, что тот никакого воздействия на фотопластинки не производит.

Пришлось начать все сначала, но уже с оглядкой. Через некоторое время Крукс обнаружил, в чем загвоздка: радиоактивность, оказывается, уходила в раствор, где вроде бы не было урана; а в той порции, где он вроде бы был, не было радиоактивности. Что это означало? Это означало, решил Крукс, что в той смеси веществ, которую он обычно выбрасывал, находится какое-то новое, неизвестное вещество, похожее на уран, но вместе с тем не уран и не похожее на другие радиоактивные элементы — полоний и радий.

Поразмыслив, как бы назвать незнакомца, Крукс окрестил его весьма просто и остроумно — уран-Х. Сейчас мы знаем, что Крукс выделил изотоп тория — торий-234, образующийся в результате альфа-распада урана-238.

В мае 1900 года Крукс доложил о своей странной находке Королевскому обществу. Сначала ему даже не очень поверили. Но вскоре данные Крукса подтвердил не кто иной, как сам Беккерель; на заседании Парижской Академии наук он доложил об аналогичных результатах. Но сам термин «изотоп» все еще не был никем произнесен, так как о самом понятии изотопии еще не было речи лет десять, пока не накопились в достаточном количестве новые факты. А до тех пор по страницам научных журналов кочевали различные мистеры Иксы: радий А, радий В, радий С, и т. д. и т. п.

Резерфорд в это время наслаждался прелестями тихой сельской жизни в Новой Зеландии, помогал родителям по хозяйству, готовился увезти Мэри Ньютон… нет, теперь уже Мэри Резерфорд.

А по волнам Атлантического океана плыл еще один участник предстоящего открытия; его путь лежал также в Канаду, ехал он из Англии, где год назад окончил Оксфордский университет с дипломом химика. Звали его Фредерик Содди, и направлялся он в Монреаль, чтобы получить там интересующую его работу. Но ему не повезло: он обнаружил, что работа, ради которой он покинул Англию, уплыла от него, пока он плыл к ней. Однако ему настолько понравился Мак-Гиллский университет, и в особенности химическая лаборатория, которой досталась часть из четырех миллионов Макдональда, что он решил остаться здесь на любой должности, какую предложат. Ему предложили быть руководителем лабораторного практикума по химии, и он согласился.

Ну а дальше события развивались самым естественным образом. Резерфорд осенью возвращается в Монреаль и находит

там в химической лаборатории нового сотрудника, жаждущего исследовательской работы, а у себя на столе — последние научные журналы, призывавшие к этой самой работе. И происходит неизбежное: физик Резерфорд предлагает химику Содди сотрудничество, так как проблема, которую предстоит решить, и физическая и химическая одновременно, и вместе с тем, как писал о ней Содди, она не подчинена «ни физике, ни химии в том виде, как понимались эти науки до появления радиоактивности».

Кстати, Содди, как оказалось, был ученым с сильно развитым поэтическим восприятием мира и даже таких сложных процессов, как радиоактивность. Вот как он писал о радии в своей книге: «Он черпает свои запасы энергии из неизвестного до наших дней источника и подчиняется еще не открытым законам. Есть что-то возвышенное в его отчужденности от окружающей среды и в его безразличии к ней. Он как будто ведет свою родословную от миров, лежащих вне нас, питаемый тем же неугасимым огнем, движимый тем же лежащим вне нашего контроля механизмом, который поддерживает свет солнца в небесах в бесконечные периоды времени». Прекрасно сказано — и точно, и образно.

Фредерик Содди 1877–1956

Но этот отрывок взят из популярной книги Фредерика; в статье, которую они с Резерфордом отправили в журнал, эти же идеи выражались совсем иным языком — сухим и бесстрастным, как и положено в серьезной статье. Статья эта, названная «Причина и природа радиоактивности», произвела революцию в науке. В ней впервые высказывалась мысль о том, что радиоактивность — не что иное, как переход одних элементов в другие, сопровождаемый испусканием либо альфа-лучей, либо бета-лучей. Свои выводы ученые сделали из четких

экспериментов с веществом, которое они обнаружили при исследовании радиоактивного распада тория и которое назвали, по примеру Крукса, торием-Х. При тщательном исследовании оказалось, что эманация тория получается не из самого тория, а из этого нового промежуточного тория-Х, который каждые четыре дня вдвое уменьшает свою радиоактивность. Как теперь мы понимаем, ученые имели дело с радиоактивным изотопом радия — радием-226.

Так впервые в лексиконе науки появились новые понятия: самопроизвольный распад элементов, период полураспада. Многие ученые, воспитанные на старых представлениях о неделимости атомов, не могли принять новые концепции. Даже такой великий физик, как лорд Кельвин, до самой своей смерти отказывался признать радиоактивный распад атомов. Но факты, неумолимые факты, добытые в изящных и точных экспериментах Резерфордом и Содди, упрямо свидетельствовали: атом делим.

Свои исследования того периода Резерфорд суммировал в капитальном труде «Радиоактивные вещества и их излучения».

Впервые эта книга вышла в 1904 году, но с тех пор много раз переиздавалась в разных странах мира и пополнялась новыми главами, написанными самим автором или вместе с учениками. Когда она вышла впервые, лорд Релей, один из ведущих английских физиков, написал о ней: «Книга Резерфорда не имеет себе равных в качестве авторитетного изложения известных свойств радиоактивных тел. Большей частью этих знаний мы обязаны самому автору. Его изумительная энергия на этом поприще заслужила всеобщее восхищение. В течение нескольких лет едва ли проходил месяц без его личного вклада или вклада его учеников, которых он увлек этой проблемой». Могу перевести эту качественную оценку Релея на язык цифр: пятьдесят научных статей за неполные девять лет, и каких статей — основополагающих.

Нет просто возможности рассказать обо всех них, хотя они стоят того, поскольку большей частью это описание экспериментов, а тут Резерфорд — волшебник, за действиями которого просто интересно наблюдать. Расскажу только об одном открытии, сделанном в Монреале, — не потому что оно венчает великий канадский период его жизни, а потому, что имеет непосредственное отношение к тому вроде бы случайному открытию, о котором я должен поведать в этой книге и которое было сделано в следующий великий период его жизни — манчестерский.

Итак, перед тем как распрощаться с гостеприимным Мак-Гиллским университетом, много сделавшим для славы

Резерфорда, который в свою очередь много сделал для славы Мак-Гиллского университета, давайте посмотрим, как Эрнест показал, что из себя представляют открытые им альфа-лучи. Это исследование носит принципиальный характер, так как важно было понять, что же уносится из атома при его радиоактивном распаде.

Я уж приводил высказывание ученика Резерфорда академика П. Л. Капицы об экспериментальном мастерстве своего учителя. В опыте, который он поставил для изучения альфа-частиц, это качество проявилось в полной мере. Петр Леонидович, рассказывая о Резерфорде, привел любопытное наблюдение. По его мнению, физики делятся на два типа исследователей: «Одни — это тип скорее немецкой школы, экспериментатор исходит из известных теоретических предположений и старается их проверить на опыте». Я прерву здесь рассказ Капицы, чтобы пояснить его мысль и напомнить о работах Рентгена; до того, как он открыл свои лучи, что было незапланированной находкой, он занимался как раз методичной работой с катодными лучами, проверяя правильность существовавших относительно них теоретических воззрений.

Сотрудники Кавендишской лаборатории. В центре первого ряда Дж. Дж. Томсон и Э. Резерфорд. Второй справа — П. Л. Капица. 1928 год.

Но послушаем дальше Петра Леонидовича: «Другой же тип ученого, скорее английской школы, исходит не из теории, а из самого явления — изучает его и смотрит, может ли это явление

быть объяснено существующими теориями. Тут изучение явления, анализ его является основным мотивом для эксперимента. И если такое деление возможно, Резерфорд был ярким представителем этого второго направления в экспериментальной физике. Главное для Резерфорда было — разобраться, понять явление. Эксперимент должен быть так построен, чтобы было ясно, в чем состоит явление».

Сейчас представится случай убедиться, насколько точно подметил эту черту Резерфорда Капица. В чем суть опыта, который собирался поставить Эрнест? В том, чтобы понять, что из себя представляют альфа-лучи. Поскольку они вылетают из радиоактивных химических элементов, которые вследствие этого меняют свою природу, логично предположить, что альфа-лучи — это тоже какой-то химический элемент, достаточно легкий, чтобы иметь возможность вылететь. Но каждый элемент обладает определенной массой. И, следовательно, если точно измерить массу вылетающих частиц и их заряд, то можно судить о происхождении альфа-лучей.

Опыт ставится самым бесхитростным образом, чтобы наблюдать только то, что нужно в данном конкретном случае: заряд и массу. Резерфорд взял обычный электроскоп — сосуд с двумя золотыми листочками, расходящимися при получении заряда и опадающих, когда их разряжают. В дне электроскопа сделал щели для альфа-лучей; от щелей в коробку, расположенную под электроскопом, спускались двадцать металлических пластинок; между ними зазор в один миллиметр; на дне коробки радий — источник альфа-лучей. Вот и все.

Да, еще одна маленькая деталь: чтобы удалять эманацию, образующуюся при распаде радия, через прибор продувается водород. Вот теперь всё.

Что же происходит?

Радий испускает альфа-лучи. Они идут параллельным пучком между двадцатью пластинками и ионизируют воздух в сосуде. Ионы попадают на листочки электроскопа, предварительно заряженные, и разряжают их. Листочки начинают опадать, сходиться, и по измерению угла между ними и по скорости схождения ученый судит об интенсивности альфа-лучей. Это первая часть опыта.

Теперь вторая. Резерфорд помещает пластинки в магнитное поле. Опадание листочков тут же замедляется. Что это значит? Это значит, что магнитное поле отклоняет альфа-частицы и они не могут все попасть в узкие щели. Резерфорд увеличивает ток. Листочки вовсе замирают. Значит, теперь альфа-частицы вообще не могут попасть в электроскоп, они отбрасываются на пластины.

Следовательно, альфа-лучи — это заряженные быстрые частицы.

Следующий вопрос: как они заряжены — положительно или отрицательно? В магнитном поле и те и другие отклоняются одинаково, но в разные стороны. И Резерфорд вносит в эксперимент маленькую остроумную деталь: он перекрывает узкие щели наполовину. И теперь при включении магнитного поля становится совершенно ясно, в какую сторону отклоняются альфа-лучи: если листочки опадают, значит, лучи проскакивают мимо экранчиков, если электроскоп неподвижен, значит, лучи отклонились именно в ту сторону, где их ожидает преграда. Так Резерфорд очень просто убедился, что альфа-частицы имеют положительный заряд.

Оставалось выяснить последнее — их скорость и отношение заряда к массе. И вновь это было сделано очень просто: Резерфорд подсоединил электрические провода к пластинкам и смотрел, как альфа-лучи отклоняются электрическим полем. А потом поменял местами полюса батареи, то есть как бы перезарядил пластинки, и вновь посмотрел, что изменилось. После этого осталось сделать несложные расчеты, которые привели к следующим выводам: масса альфа-частицы больше, чем масса атома водорода; заряд их положителен, и по величине вроде бы эквивалентен заряду примерно двух электронов. Это могло означать, что альфа-лучи не что иное, как атомы гелия, второго за водородом элемента, у которого отняты два электрона.

Конечно, выводы были пока не окончательны, но на их основании можно было выдвинуть гипотезу. Что Резерфорд и сделал в 1903 году. Конечно, гипотеза требует еще доказательств и точных расчетов, которые в то время Резерфорд сделать не мог, но через несколько лет он вернулся к альфа-частицам и столь же изящным и простым экспериментом доказал, что альфа-частицы — действительно дважды ионизированные атомы гелия.

Но это произошло позже, в 1909 году, после того как Резерфорд вернулся в Англию.

Казалось, зачем бы ему покидать Монреаль, где так славно работалось, где он был обеспечен материально — и лично и в научном отношении. Но, вероятно, тоска по крупному научному центру, где происходит кипение идей, споры, в которых рождаются истины, где его окружали бы не только ученики и сподвижники, но и ученые, у которых есть чему самому поучиться, наверное, эти чувства, подавляемые почти девять лет, вырвались наружу, когда он получил конкретное предложение вернуться в Европу.

Это предложение он получил в начале 1907 года от руководства Манчестерского университета в связи с тем, что

профессор физики Артур Шустер подал по возрасту в отставку. Он сам первый предложил своим преемником Резерфорда. Его предложение не вызвало никаких возражений, поскольку незадолго до этого Резерфорд был избран членом Королевского общества и награжден медалью Румфорда. Таким образом, во главе манчестерских физиков должен был встать ученый, известный не только превосходными исследованиями и открытиями, но и получивший официальное признание — для чиновников от науки последнее соображение иногда оказывается даже важнее, чем первое, вспомним хотя бы историю с Рентгеном.

Словом, в данном случае все сложилось как нельзя лучше, к удовольствию обеих сторон: Резерфорда с нетерпением ждали в Манчестере, а он с нетерпением ждал середины мая, когда океанский пароход «Императрица Ирландии» заберет его с семьей из канадского порта Квебек.

Приехав в Манчестер, Эрнест убедился, что лаборатория, в которой ему предстояло работать, не столь шикарна, как макдональдовская, но все же достаточно хороша. И он, чувствуя прилив новых сил, взялся за новые исследования. Но не успел он за них как следует взяться, как осенью 1908 года был официально уведомлен, что ему присуждена Нобелевская премия по химии за исследования радиоактивных элементов и что ему надлежит прибыть в Стокгольм не позднее 10 декабря для торжественного получения награды.

В этом событии, несомненно заслуженном и несомненно радостном для всех ученых, был один забавный аспект: физик получил премию по разделу химии. Резерфорд человек остроумный, не смог пройти мимо этого казуса и в своем тосте на банкете после торжественной церемонии сказал, посмеиваясь: «Я имел дело со многими разнообразными превращениями с разными периодами, но самым быстрым из всех оказалось мое собственное превращение в один момент из физика в химика».

Резерфорду было тридцать семь лет, когда он стал нобелевским лауреатом; довольно редкий случай — обычно ученых венчали столь высокой наградой много позже. И когда он приехал в Стокгольм и предстал перед торжественным собранием, даже не верилось, что этот молодой, румяный, спортивного вида человек — великий физик. Вот как описывает его внешность академик Капица, правда, это относится к чуть более позднему периоду: «Наружностью он был довольно плотный, роста выше среднего, глаза у него были голубые, всегда очень веселые, лицо очень выразительное. Он был подвижен, голос у него был громкий, он плохо умел его модулировать, вполголоса он говорить не мог… Во всей его манере общения с

людьми сразу, с первого слова, бросались в глаза его искренность и непосредственность».

Его внешность и моложавость явно не соответствовали тому, что он уже успел сделать в физике, и, рассказывают, в связи с этим произошел даже один забавный эпизод. Перед отъездом в Стокгольм к Резерфорду в лабораторию пришел его предшественник профессор Шустер в сопровождении японского министра просвещения, барона Кикучи. Барон, несмотря на министерский портфель, был физиком, и причем довольно известным, и поэтому хорошо знал работы Резерфорда и очень хотел с ним познакомиться лично. Шустер выполнил желание Кикучи — представил ему Резерфорда и они поговорили о том о сем некоторое время. Однако японец не поверил, что ученый, с которым он беседует, тот самый Резерфорд. Восточная сдержанность не позволила ему высказать недоумение в присутствии хозяина лаборатории, но, когда они с Шустером вышли на улицу, он все-таки не выдержал. «Я полагаю, — улыбаясь, спросил он, — что Резерфорд, которого вы мне представили, сын знаменитого профессора Резерфорда?»

То, что Резерфорд получил высшую международную научную награду молодым, оказалось полезным не только для него лично, но и для всей физики. Такая премия — всегда мощный стимул в работе, но если она приходит к ученому на склоне лет, когда и силы уже не те, и восприятие нового притупилось, и обязанностей слишком много, стимулировать, по существу, уже нечего. А когда ученый получает символ международного признания в расцвете лет, он с удвоенной энергией берется за работу, так как чувствует себя в какой-то мере должником науки, получившим аванс.

Это хорошо видно по Резерфорду. Вернувшись из Стокгольма, он немедленно продолжил свои исследования и еще по меньшей мере один раз доказал, что не зря носит звание лауреата Нобелевской премии: его новое открытие оказалось, может быть, даже важнее, нежели открытие радиоактивных превращений.

Произошло это все довольно неожиданно.

В Манчестерской лаборатории, когда туда приехал Резерфорд, уже работал двадцатипятилетний немецкий физик Ганс Гейгер, впоследствии изобретатель известного счетчика Гейгера, индикатора радиоактивности. Гейгер ненамного опередил своего шефа — он только недавно защитил докторскую диссертацию и был назначен в Манчестер научным сотрудником. Резерфорд тут же нашел ему дело — поручил разработать метод подсчета альфа-частиц, вылетающих из радия.

Ганс Вильгельм Гейгер 1882–1945

Эрих Рудольф Регенерер 1881–1955

Один из возможных методов был известен Резерфорду еще по работам Крукса: тот заметил, что экран из сернистого цинка светится, когда на него падают альфа-лучи. Резерфорд, повторив этот эксперимент, обнаружил, что свечение экрана представляет собой сумму отдельных маленьких вспышек, и предположил, что каждая такая вспышка, называемая сцинтилляцией, есть результат удара альфа-частиц об экран. А раз так, то по количеству вспышек, если бы их удалось подсчитать, можно судить о количестве альфа-частиц.

Вскоре этот метод усовершенствовал немецкий физик Эрих Регенерер из Берлинского университета. Он сконструировал изящный прибор. На стекло с одной стороны наносился тонкий слой сернистого цинка, а на другую сторону наводился окуляр микроскопа; и, когда перед стеклом помещали источник альфа-лучей, в поле зрения микроскопа были хорошо видны отдельные вспышки света, и можно было даже довольно точно подсчитать их

количество в единицу времени.

Когда Резерфорд узнал об этом, он тут же попросил Гейгера сделать такой же счетчик у них в лаборатории; и когда он был сделан, то очень им понравился, хотя требовал колоссального напряжения при подсчете. Шутка сказать: в одну секунду из миллиграмма радия вылетает 130 тысяч альфа-частиц.

Конечно, не все их нужно уловить глазом, счет ведется на определенной площади, но напряжение все равно очень велико. Ганс Гейгер, которому больше других приходилось заниматься этой изнурительной работой и который даже стал своеобразным миллионером — за время работы в Манчестере он насчитал в общей сложности миллион альфа-частиц, — вспоминает, как это было обставлено. «В памяти возникает мрачный погреб, в котором Резерфорд устанавливал свои чувствительные приборы для изучения альфа-частиц. Тот, кто спускался туда по двум ступенькам, прежде всего слышал в темноте голос профессора, предупреждавшего, что помещение пересекает на высоте головы горячий трубопровод, и, кроме того, необходимо осторожно, чтобы не упасть, перешагнуть две водопроводные трубы. После этого наконец в слабом свете вошедший различал самого Резерфорда, сидящего у прибора». Вот в этом темном подвале, подолгу не выходя, чтобы глаза не теряли способность видеть в темноте все слабые вспышки, и работали Гейгер и Резерфорд.

В начале 1909 года к ним присоединился еще один исследователь — студент последнего курса Эрнест Марсден, которому суждено было сыграть в развитии атомной физики некоторую роль. Поначалу, его роль выражалась в том, что он попросил «папу» — так ученики любовно называли своего учителя, — чтобы он дал ему какое-нибудь самостоятельное исследование, но попроще. «Папа» задумался: что бы такое дать «мальчику» — так он, тоже любовно, называл своих учеников, чтобы и увлечь его работой, и вместе с тем не отпугнуть трудностью.

Сам он в то время интересовался рассеянием альфа-частиц — явлением, которое он впервые увидел еще в Монреале. Суть его заключалась в том, что альфа-частицы, проходя сквозь вещество, иногда немного отклонялись от своего прямолинейного пути. Это показалось тогда Резерфорду странным; было неясно, как альфа-частицы, летящие с огромной скоростью, успевают повзаимодействовать с отдельными атомами. Отклонения были, правда, небольшие — доли градуса, — но все равно, что-то же заставляло несущиеся стремглав частицы чуть сворачивать в сторону.

В то время в физике господствовало представление об атоме

как о сферическом облаке, состоящем из положительных зарядов, в которое вкраплены отрицательно заряженные электроны. Эту модель разработал Дж. Дж. Томсон; иногда ее называли «пудинг с изюмом»; изюм — электроны, а рис, если это рисовый пудинг, — положительные заряды.

Так вот, рассеивание альфа-частиц как-то не вязалось с «пудингом». Если атом — равномерная смесь положительных и отрицательных зарядов, альфа-частицы должны бы легко пронизывать ее, никуда не отклоняясь. То есть складывалась ситуация, напоминающая басню Крылова «Слон и Моська»: масса электрона слишком мала, чтобы даже при столкновении оказать хоть малейшее влияние на альфа-частицу; по расчетам, нужно не меньше ста тысяч ударов, чтобы ее замедлить.

Но поскольку факты небольшого рассеивания все же существовали, они не давали Резерфорду покоя, как каждое необъяснимое явление, и он время от времени возвращался к нему, пытаясь подсчитать количественно, на какую величину отклоняются альфа-частицы. Он немало помучил Гейгера этими подсчетами; и по ним получалось, что некоторое небольшое рассеяние все же есть, и для него даже удалось установить закономерность.

И вот тут появляется Эрнест Марсден и ждет, чтобы его пристроили к какому-нибудь несложному исследованию. И «папе» приходит в голову счастливая, как вскоре оказалось, мысль: засадить «мальчика» считать отклонения альфа-частиц на большие углы — вдруг они тоже происходят. При этом он предупредил Марсдена, чтобы тот не рассчитывал увидеть что-нибудь интересное; по-видимому, частицы будут спокойно проходить сквозь золотую фольгу толщиной всего в пять стотысячных сантиметра, в крайнем случае немного отклоняться, как это уже не раз видели они с Гейгером в газах.

Эрнест Марсден 1889–1970

Марсден, довольный, что получил возможность приобщиться к высокой науке, причем на участке, на котором работает сам Резерфорд, отправился с Гейгером в знаменитый подвал, чтобы заняться делом.

Сначала они соорудили нехитрую установку, слегка видоизменив предыдущую схему. Раньше Гейгер ставил экран за исследуемым объектом, чтобы увидеть по вспышкам, насколько далеко от центра окуляра рассеиваются частицы. А здесь Марсден предложил поставить экран под углом к фольге, и не позади нее, а перед ней, а трубу микроскопа поместить, как и раньше, за экраном. А чтобы альфа-частицы не бились прямо об экран, между радиоактивным источником и экраном поставить толстую свинцовую пластину. Тогда в микроскопе будут видны только те частицы, которые отскочат от поверхности фольги — если они вообще отскочат. Но скорее всего этого не случится, потому что коль скоро сам Резерфорд не верит в такую возможность, то, значит, ее и быть не может. Но попробовать надо — чтобы не упрекать себя потом, что не убедились в справедливости предположения всеми возможными способами.

Итак. Марсден уселся за микроскоп, подержал немного глаза закрытыми, чтобы привыкнуть к темноте, потом прильнул к окуляру. То, что он увидел, поразило его: на экране вспыхивали сцинтилляции.

Сначала он решил, что это просто рябит в глазах от напряжения. Подождал немного, снова посмотрел: да нет, искры периодически вспыхивали. Что же получалось — альфа-частицы отскакивают от поверхности металла? Не веря глазам своим, Марсден позвал Гейгера. Тот уселся за микроскоп и увидел то же самое. Значит, это не мираж, не воспаленное воображение, это какой-то непонятный факт.

Побежали к «профу» — как называл Резерфорда Гейгер; его строгое немецкое воспитание не позволяло пользоваться фамильярным «папой». Резерфорд послушал их и сказал, что этого не может быть, что это «неправдоподобно, как если бы вы выстрелили пятнадцатифунтовым снарядом в папиросную бумагу, а снаряд отскочил бы обратно и убил вас самих». Это его подлинные слова, и они показывают, во-первых, как образно он видел предмет исследования, а во-вторых, как силен был гипноз атомной модели Томсонаона и впрямь не позволяла его сотрудникам видеть то, что они увидели.

Тем не менее факт оставался фактом, и Резерфорд тут же и сам в этом убедился. Отдельные альфа-частицы отскакивали от металлической фольги, словно на что-то натыкаясь. Тогда

Марсден, по совету Резерфорда, продолжил опыт, увеличив толщину металла; вместо одной тонкой фольги взял две, потом три, потом целую пачку. Нужно было убедиться, происходит ли отскакивание частиц и в глубине металла, не есть ли это только поверхностный эффект. Толщина одной фольги соответствовала, согласно модели Томсона, двум тысячам атомов. Когда Марсден сложил пачкой пять пластинок, атомов стало десять тысяч. И все равно процесс отскока продолжался в глубине вещества, и, чем толще становилась пачка, тем больше частиц отлетало назад, и когда Марсден и Гейгер подсчитали их количество, то оказалось, что, хотя оно составляет небольшую долю по сравнению с проскочившими частицами — одна на восемь тысяч, — все же растет прямо пропорционально толщине пачки.

Это могло означать только одно: альфа-частица на что-то наталкивалась при своем полете, какое-то мощное электрическое поле, заряженное так же, как и она, положительно, отшвыривало ее в сторону. Но в «пудинге с изюмом» не было таких сил, и, значит… и, значит, «пудинг с изюмом» надо было убирать с праздничного стола физики: старая модель Томсона не вязалась с новыми фактами.

Резерфорд не сразу пришел к такому революционному выводу, но довольно быстро. Уже через три недели он сделал первые расчеты, ниспровергающие томсоновскую модель. Тем временем Марсден и Гейгер оформили свои наблюдения в виде статьи, и летом 1909 года она была зачитана перед членами Королевского общества в Лондоне, и, как отмечали старожилы, Марсден был самым молодым автором, представшим перед маститыми учеными Англии. Это была не единственная радость, которую принесла ему его неожиданная находка: он закончил Манчестерский университет с высшим отличием, и его вклад в науку был оценен степенью бакалавра физических наук.

К зиме 1910 года Гейгер описал свои эксперименты по рассеянию альфа-частиц, проходящих сквозь фольгу, и отправил статью в печать. Все в этой статье было хорошо, и все вязалось с прежним представлением об атоме, кроме некоторых «сумасшедших» частиц, вытворяющих то, что им совершенно не положено; по расчетам Гейгера выходило, что вероятность их отклонения на 90° была такой ничтожной, что ее нельзя было принимать в расчет. И все же, поскольку верны были и эксперименты Марсдена, то ее надо было принимать в расчет. Как все это примирить, ни Марсден, ни Гейгер не знали, но это уже знал их учитель.

С февраля по декабрь 1910 года он засадил всех своих сотрудников за эксперименты: ему нужны точные цифры, как

можно больше цифр, только расчеты могут рассеять сомнения. К декабрю их накопилось достаточно, и Резерфорд смог взяться за вывод формулы, увязывающей эксперимент Марсдена со строением атома. Сопоставив два очевидных факта — свободный пролет альфа-частиц сквозь атомы вещества и редкие отклонения в сторону, — Резерфорд пришел к совершенно новой, идущей вразрез со всеми канонами физики модели атома.

По его подсчетам выходило, что атом представляет собой не равномерно заполненную сферу, а маленькое подобие Солнечной системы; в центре массивное положительное ядро, а вокруг вращаются отрицательные электроны, которые удерживаются на своей орбите благодаря центробежной силе, уравновешивающей силу притяжения. Новая модель прекрасно примиряла казавшиеся непримиримыми опыты Гейгера и Марсдена. Становилось ясно, почему большая часть альфа-частиц проскакивает атом, как будто он пустой. Он и был, по существу, пустой, так как радиус ядра получался равным одной десятитысячной радиуса среднего атома. И становилось ясным, почему меньшая их часть меняет свой путь: это происходит в тех редких случаях, когда частица пролетает вблизи ядра и либо сталкивается с ним, либо отклоняется его сильным электрическим полем.

К февралю Резерфорд закончил расчеты; март ушел на то, чтобы дать возможность Гейгеру еще раз их тщательно проверить и увязать со своими опытами; и в апреле все было кончено: все сходилось, все было «зер гут», как сказал Гейгер, и «о'кей», как сказал Резерфорд.

Статья Резерфорда, направленная в этом же месяце в «Философский журнал», орган Королевского общества, произвела такое ошеломляющее впечатление на редакторов и на руководство Королевского общества, что ее решили, вопреки всем традициям, печатать немедленно, тут же, вставив в уже почти готовый номер. Для этого даже пришлось снять менее значительную статью; кому-то не повезло.

Но физике и науке в целом повезло очень: уже в майском номере журнала появилась статья профессора Резерфорда, возвестившая о рождении новой планетарной модели атома — будущей основы всей атомной физики.

Любопытно, что сравнительно незадолго до этого, всего тридцать лет назад, Генрих Герц написал в письме к родителям, что ему попалась в руки научная книга, изданная в конце XVII века, и вот тогда ученому было что делать, не то что теперь, в конце XIX века. «Мне иногда действительно жаль, — писал он, — что я не жил тогда, когда еще столь многое не было открыто;

правда, и теперь еще имеется много неизвестного, однако я не верю, что сейчас может быть легко найдено что-нибудь такое, что может подействовать столь преобразующе на все мировоззрение, как в то время, когда телескоп и микроскоп были еще только изобретены!» Мало того, что сам Герц своими открытиями вскоре опроверг собственное пессимистическое утверждение; если бы он дожил до открытия Резерфорда, он мог бы убедиться еще раз, что физикам было что делать в конце XIX и начале XX века.

Конечно же новую модель приняли не сразу и не все, и дело здесь не только в том, что она шла вразрез с принятыми понятиями — ученые привыкли к периодическому крушению идолов, — но она была еще чревата и внутренними противоречиями, которые сам Резерфорд не смог объяснить. Он и не мог этого сразу сделать — еще не приехал к нему ученик из Дании Нильс Бор, который устранит эти противоречия; еще не появились работы француза Луи де Бройля, примирившего волну с квантом; еще не взялись за расчеты немецкие физики Эрвин Шредингер и Вернер Гейзенберг, придавшие окончательный блеск атомной модели Резерфорда — Бора так она стала называться после того, как ученик дополнил работу учителя. И хотя учитель поначалу не понял того, что предложил ученик, он все же нашел в себе мужество сначала признаться в этом, а потом разобраться в новом открытии Бора.

Нильс Бор, крупнейший физик нашего века, вспоминает, как отреагировал его бывший учитель на новый квантовый вариант планетарной модели атома: «Резерфорд не сказал, что это глупо, но он никак не мог понять, каким образом электрон, начиная прыжок с одной орбиты на другую, знает, какой квант нужно ему испускать».

Примерно так же отнеслись некоторые крупные физики и к открытию самого Резерфорда. Новые знания всегда трудно уложить в прокрустово ложе старых представлений. Но, в отличие от многих своих современников, Резерфорд все же легко усваивал новые идеи и, главное, не мешал своим многочисленным ученикам разрабатывать их.

Нильс Хенрик Давид Бор 1885–1962

Я вновь хочу процитировать несколько отрывков из воспоминаний академика Капицы — кто более него знает эту сторону характера Резерфорда. Вот что пишет Петр Леонидович: «По отношению к своем ученикам Резерфорд проявлял исключительную заботу. Его взгляд на учеников, схематизируя, такой — он говорил:

— Если у меня работает молодой ученый и после двух лет работы приходит ко мне и спрашивает, что же мне делать дальше, я ему советую бросить работу в области науки, ибо, если человек после двух лет работы не знает, что ему делать дальше, из него не может выйти ученый.

По существу, он так резко никогда не ставил вопрос и под тем или иным предлогом всегда находил своим неудавшимся ученикам место либо где-нибудь в промышленной лаборатории, либо место в какой-нибудь школе или университете.

Но если человек проявлял инициативу, индивидуальность, то Резерфорд оказывал такому человеку всяческую поддержку и внимание».

Кстати, сам Капица почувствовал это прежде всего на себе. «Приехав работать к нему в лабораторию, — вспоминает он, — я сразу был поражен этой заботливостью. Резерфорд не позволял работать дольше шести часов вечера в лаборатории, а по выходным дням не позволял работать совсем. Я протестовал, но он сказал:

— Совершенно достаточно работать до шести часов, остальное время вам надо думать. Плохи люди, которые слишком много работают и слишком мало думают.

…Я помню, еще в начале своей работы в Кембридже я пришел

к Резерфорду и сказал:

— У вас работает Х, он работает над безнадежной идеей и напрасно тратит время, приборы и т. п.

— Я знаю это, — отвечал Резерфорд. — Я знаю, что он работает над абсолютно безнадежной проблемой, но зато эта проблема его собственная, и если работа у него не выйдет, то она его научит самостоятельно мыслить и приведет к другой проблеме, которая уже не будет безнадежной.

…Резерфорд прекрасно понимал значение, которое для него самого имели ученики. Для него дело было не только в том, что поднималась научная производительность лаборатории. Он говорил:

— Ученики заставляют меня самого оставаться молодым».

И это глубокая правда. Именно молодость духа позволила Резерфорду принять в конце концов новые квантовые концепции Нильса Бора, достроившего его атом. Он не говорил, подобно лорду Кельвину, что этого не может быть, потому что он в это не верит; поначалу только призадумался, а потом поверил и принял. И радовался успеху своего ученика, как своему собственному.

Заслуги Резерфорда перед физикой огромны. Я рассказал лишь о некоторых его открытиях, связанных с темой нашей книги: либо они продолжали работы Беккереля, либо были связаны с некоей неожиданной случайностью. Но даже в случайно обнаруженном факте, который иной физик мог бы просто принять за ошибку опыта или нерадивость студента, Резерфорд сразу же увидел новый смысл, меняющий представление о строении атома.

Ведь интересно, что мысль о планетарном строении атома уже высказывалась до него, и не один раз. Не далее как в 1901 году французский физик Жан Перрен опубликовал статью, которая прямо так и называлась: «Ядерно-планетарная структура атома». Два года спустя японский физик Нагаока поддержал Перрена, приведя некоторые дополнения к его концепции. Но все эти представления были умозрительными, авторы не могли подтвердить их экспериментами, и поэтому они оставались лишь забавными гипотезами. А Резерфорд увидел в опыте Марсдена конкретную структуру атома. Он словно зримо ощутил ядро и электронные орбиты и в следующем эксперименте доказал, что его видение совершенно осязаемо. Вот почему физики столь высоко ценят вклад Резерфорда, вот почему память о нем не угасает со временем, и до сих пор в Монреале, в Манчестере, в Кембридже, где он работал последние годы жизни, заведуя Кавендишской лабораторией, о нем живы и воспоминания, и легенды.

Жан Батист Перрен 1870–1942

В Кембридже каждый покажет вам площадку, где по воскресеньям Резерфорд обычно играл в гольф с друзьями; Тринити-колледж, где он обедал воскресными вечерами в окружении многих знаменитых физиков, приезжавших к нему в гости; каждый расскажет о знаменитой его фразе по поводу коллег с гуманитарных факультетов, которые слишком гордятся тем, что не знают, что происходит между тем моментом, когда они нажимают кнопку дверного звонка, и моментом, когда звонок начинает звенеть.

Точно так же, как и каждому, кто приезжает в Лондон, даже если он не ученый, показывают знаменитое Вестминстерское аббатство — собор святого Павла в центре города, а в нем — простую, скромную могилу Резерфорда, похороненного рядом с учеными, которыми Англия по праву гордится, — рядом с Ньютоном, Фарадеем, Дарвином, Гершелем, Кельвином; это высшая почесть для ученого, которого уже не стало в живых.

Но Резерфорд и при жизни получил, кажется, все знаки отличия, включая рыцарское звание и звание лорда. При этом он всегда оставался скромным, приветливым человеком, ненавидящим чины и относящимся к людям так, как они этого заслуживали на самом деле. Когда один из коллег как-то назвал Резерфорда лордом — что было вполне уместно, ибо дело происходило в палате лордов, — Резерфорд ужасно разозлился. Он мог бы вполне сказать про себя словами Фарадея: «Я просто Резерфорд». И это гораздо больше.

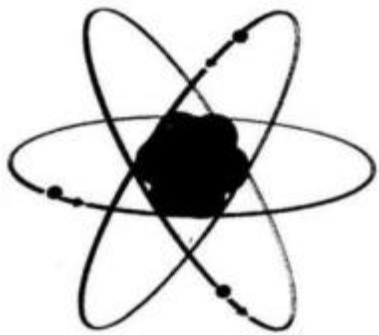
Его влияние на физику и физиков огромно. Не только своими исследованиями, но и просто дружбой и вниманием он

вдохновлял многих на самоотверженный труд.

Его поддержка или хвалебный отзыв значили в науке не меньше, чем иная академическая медаль.

И поэтому, когда он назвал камеру, построенную его давним другом Чарльзом Вильсоном, «самым оригинальным и удивительным инструментом в истории науки», эти слова приводят сегодня даже чаще, чем ссылку на то, что за свою камеру Вильсон был удостоен Нобелевской премии.

При этом непременно вспоминают, что к открытию Вильсон пришел в какой-то мере, пусть даже в очень малой, случайно — наблюдая образование туманов на склонах Шотландских гор.



Глава 17. Изобретение камеры Вильсона

Чарльз Томас Вильсон 1869–1959

Судьба Чарльза Вильсона во многом схожа с судьбой Резерфорда. Он тоже шотландец и тоже сын фермера, у него тоже много братьев и сестер, и он с детства тоже знает нужду. Даже большую, чем Эрнест, так как в четыре года потерял отца, который был единственным кормильцем всей семьи. Обстановка, сложившаяся в его семье в 1873 году, когда мать оказалась с восемью детьми без всяких средств, оставляла мало надежд на то, что когда-нибудь Чарльзу доведется быть ученым. Но помогла разница в возрасте между ним и старшим братом Уильямом и самоотверженность Уильяма, уехавшего в Индию, чтобы заработать денег и посылать их на обучение малышей.

После смерти отца семья Вильсонов, продав ферму, переехала в Манчестер, где Чарльз пошел впервые в школу. Учился он хорошо, успевал по всем предметам. Но более других влекла его биология, и если он и мечтал когда поступить в университет, то видел себя непременно ботаником или зоологом. А когда на тринадцатилетие ему подарили микроскоп и он впервые заглянул внутрь клетки, то решил, что станет цитологом. Но ему не пришлось стать специалистом ни в одной из областей биологии. Хотя тот день, когда он впервые посмотрел в микроскоп, оказался

знаменательным для его последующей жизни, которую он целиком посвятил проникновению в таинства еще более далекого мира, чем мир клетки, — в мир атомов и их составных частей.

Но вначале все шло по-иному, то есть в соответствии с детскими устремлениями: шестнадцати лет, окончив школу, Чарльз благодаря помощи старшего брата поступил в Манчестере на медицинский факультет Оуэнс-колледжа. Правда, врачебная деятельность не совсем то, о чем мечтал Чарльз, но все же близка биологии и притом сулит лучшие материальные перспективы, а с этим надо считаться — ведь не всегда же сидеть на шее брата, в семье есть дети моложе его. Словом, Чарльз вроде бы смирился со своим выбором, но, как оказалось, хватило его ненадолго.

Через три года он почувствовал, что не сможет быть врачом, что он просто не имеет права им быть, ибо есть у него стремление, призвание, талант — называйте как хотите — к исследовательской работе. Он хочет, обязан, не может не быть — считайте как хотите — ученым.

И он покидает свой колледж, свой город, свою семью и перебирается в Кембридж, в единственное, с его точки зрения, место, где можно учиться. У него еще не все потеряно, ему лишь девятнадцать лет, и он надеется достойно сдать экзамены в Сидней-Суссекс-колледж, один из лучших колледжей Кембриджа, и тогда он получит стипендию и сможет учиться здесь, где рядом творят лучшие умы Великобритании, где даже воздух кажется пропитанным исследовательским духом, где ежегодно случаются научные открытия.

И все выходит точно так, как он хотел, потому что он очень сильно этого хотел. Экзамены — на «отлично»; стипендия небольшая, но есть; комната в общежитии скромная, но предоставлена; жизнь прекрасна, будущее радужно.

Четыре года обучения физике пролетают незаметно. Быстро уходят в прошлое долгие дни занятий, сидение на лекциях и в библиотеках, отсиживание на шумных вечеринках, обязательных для каждого студента и тягостных для застенчивого Вильсона. Вот уж Чарльз сдал экзамены; вот он уже получил диплом физика, о котором так мечтал, — быстро, ах, как быстро летит время! — вот он перетаскивает свой скромный багаж из маленькой каморки общежития в маленькую же комнатку частного пансиона; вот он первый раз входит в лабораторию, куда назначен демонстратором по физике и химии; вот урывками между исполнением своих непосредственных обязанностей проводит первую свою исследовательскую работу, о которой столько мечтал, — быстро, ах, как быстро летит время! — вот сдает он в журнал первую статью, вот собирается начать еще один

эксперимент — и вдруг все остановилось. Словно стоп-кадр на экране все замирает для него в тот день, когда он получает письмо с сообщением о смерти Уильяма.

Все остальное происходит медленно, как в мучительном утреннем сне: письмо к матери, где он сообщает о своем решении заменить брата и для этого оставить науку, которая никак не может прокормить всю его семью, так как еле кормит его одного; отказ от должности в Кембридже; переговоры с дирекцией Бреттфордской школы, где ему предлагают место помощника учителя с полным пансионом, так что зарплату можно будет посылать домой; и прощальные визиты к коллегам, и снова упаковка чемоданов. И вдруг, опять нарушая ритм, сбивая темп, приходит неожиданное решение — перед началом новых обязанностей хоть на две недели подняться в горы, словно Чарльз предчувствует, как он будет задыхаться в атмосфере маленькой школы.

Но пойти туристом он не может — это ему уже не по карману, и он нанимается на полмесяца, оставшихся от каникул, в обсерваторию, расположенную на горе Бен-Невис, что в переводе значит «Снежная гора», — высочайшей вершине Шотландии, да, пожалуй, и всей Англии.

Эти две недели, две короткие недели, из которых начало ушло на привыкание к новым людям — как дела там, в далеком Кембридже, как поживает Икс, женился ли Игрек, защитил ли диссертацию Зет — и к новым условиям работы: высокогорный воздух разрежен, нет воды, нет удобств, по ночам холод, подъем в четыре тридцать, чтобы успеть к восходу солнца, — всё это время пролетело незаметно. Незаметно для всех постоянных сотрудников, живущих здесь давно и привыкших уже к бескрайним горизонтам, открывающимся с горы, и к торжественным закатам, и к потрясающим оптическим эффектам, сотворяемым природой с помощью всего двух составляющих — солнечного света и облаков. Но в душе Вильсона, в его памяти они оставили неизгладимый след, столь яркий, что он вспоминал об этих двух неделях в своей нобелевской речи, признав, что именно с Бен-Невис начался его путь в науке, приведший в конце концов к созданию камеры Вильсона и, как следствие, к получению данной высокой награды.

Что же поразило там, в облаках, двадцатипятилетнего физика, сменившего лабораторию на школьный класс, что подтолкнуло его к той единственной из миллиона дорог, которая вела к истинной цели, к цели его жизни? Радуга, возникшая вокруг тени, упавшей на облако, — неважно, чья это тень, горы или его собственная. И хотя в учебнике физики это оптическое

явление было описано и даже наименовано броккеновским спектром — по названию горы Броккен в Германии, где впервые ученые наблюдали сие чудо природы, — о сути его, о причинах, его вызывающих, там ничего не говорилось; не говорилось потому, что не было известно. И когда Чарльз потом, спустившись на землю, перелистал одну, другую, третью книгу и не нашел объяснения увиденному явлению, он решил, что ответит себе на все вопросы сам.

Ему вначале казалось, что для этого будет достаточно даже скудного оборудования школьного кабинета. Но, увы… Исследовательская деятельность, затеянная почти тайком, полукустарно, после утомительных занятий ничего не давала. Так же ничего не давало и преподавание — ни уму, ни сердцу. Детским умам и сердцам повезло больше, они получили учителя геологии — да, да, геологии, других вакансий не было, — не похожего на других преподавателей, увлекавшегося своим рассказом настолько, что не замечал их проделок. Как он был похож в эти часы на Эрнеста Резерфорда, на Андре Ампера, на других великих ученых, вынужденных по воле судьбы какое-то время быть школьными учителями, хотя их кипучая, экспансивная по отношению к знанию натура не могла смириться с пассивной ролью рассказчика, она властно звала их переделывать то, о чем они говорили — сокрушать и созидать, сокрушать старые истины и созидать новые.

И Вильсон слышал этот зов. Он объяснял детям строение гор, а сам думал о сиянии на Бен-Невис; он говорил о периодах прошлой жизни Земли, а сам мечтал о том будущем периоде, когда он вернется в науку; он рисовал мелом на доске уводящие в глубь земли геологические разрезы, а мыслями убегал к белым облакам, скрывавшим в податливой призрачности тайну своего образования. И чем дольше длилась эта напряженная внутренняя борьба с самим собой — себя сегодняшнего с собой завтрашним, — тем ближе становилось эта завтра, тем яснее понимал Чарльз, что так он долго не вытянет, что его место все-таки в Кембридже. И когда минуло полтора года его учительствования, когда в Бреттфорд пришла весна и сама природа звала к обновлению, Вильсон неожиданно для всех и даже немного неожиданно для самого себя подал заявление об отставке.

Он сделал это импульсивно, ни с кем не договорившись о новой работе, не надеясь даже, что она его ждет в Кембридже; но бывают, вероятно, в жизни такие минуты, когда человек действует, как говорят в геометрии, способом от противного. Вильсон не знал, куда его приведет стезя, но он знал, с чем надо

покончить. И он сделал это — на свой страх и риск, и к ужасу матери и к величайшему счастью науки.

В марте 1895 года он вновь появился в Кембридже. Всегда скромный, а сейчас и вовсе смущенный, он начинает обивать пороги колледжей в поисках работы — любой.

Ему довольно быстро повезло: медикам нужен был демонстратор. Что ж, медикам так медикам, решил Вильсон, какая разница, кому служить, если поклоняешься одному богу — физике. И препаратор медицинского колледжа, как недавно школьный учитель геологии, старался использовать каждую свободную минуту, чтобы внести свою лепту в сооружение великого храма науки.

Он оказался однолюбом в науке: заинтересовавшись раз одним явлением — конденсацией облаков, — он занимался им, в разных аспектах, практически всю жизнь.

Вначале это даже некоторым казалось упорством маньяка, не желающего видеть ничего вокруг, изучающего какие-то архаичные вопросы физики, в то время как мир вокруг бурлит новыми открытиями, переворачивающими все устоявшиеся представления.

В самом деле, через семь месяцев после приезда Вильсона в Кембридж Рентген открыл свои лучи, затем появились лучи Беккереля, затем работы Томсона по строению атома, затем открытия его ученика Эрнеста Резерфорда по радиоактивному распаду альфа-частиц, а тихоня Си-Ти-Ар, как называли Вильсона физики по инициалам его имени Чарльз Томас Рис, все возится со своими облаками. Спустись с облаков на землю, говорили ему коллеги, погляди, что творится вокруг. Но зря они говорили все это; во-первых, Вильсон прекрасно чувствовал себя в своих облаках, во-вторых, как вскоре выяснилось, он при этом прочно стоял на земле, прочнее многих других любителей сенсаций, а главное, он был прекрасно осведомлен обо всех новых открытиях, более того — немедленно использовал их в своей работе.

Когда в марте 1895 года Вильсон начал свой путь к камере, носящей его имя, он располагал лишь самыми начальными сведениями о причинах образования тумана. Постепенно он расширял круг своих знаний: познакомился с работами английского ученого Айткена, французского физика Кулье и немца Кисслинга, пролившими некоторый свет на этот туманный во всех смыслах вопрос. Вильсон узнал, что туман или облака, которые обычно образуются из влажного воздуха, когда понижается его температура или уменьшается его давление, представляют собой скопление капелек влаги. В свою очередь, эти капельки состоят из скопления молекул воды, которые

вынуждены сгруппироваться, если их количество превышает потолок, соответствующий данной температуре, давлению и объему. Стоит расширить воздух, понизится температура и произойдет конденсация паров воды — ее капли упадут на землю, если это произошло в воздухе; если же это произошло на стенке стакана с холодной водой, стекут по стеклу одинокими слезками. Но есть условия, при которых облака все-таки не проливаются дождем или даже вообще рассеиваются, — это когда воздух столь чист, что в нем нет ни пыли, ни частичек соли, испарившихся из океана, — словом, когда нет центров конденсации, площадок, на которых встречаются парящие в воздухе свободные частички влаги.

Для начала Чарльз собственноручно повторил работы своих предшественников, чтобы собственноручно во всем убедиться, для чего соорудил специальную туманную камеру — нечто вроде стеклянного цилиндра с поршнем, который можно перемещать и менять таким образом давление паров воды.

Первая камера была маленькой, со стакан, но точность проведенных на ней измерений — весьма высока. Проведя цикл исследований, касающихся связи конденсации с чистотой воздуха и его расширением, Вильсон написал по этому поводу маленькую статейку и послал ее в «Труды Кембриджского философского общества».

Дальше надо было переходить к самостоятельным работам, к проверке собственных идей, а они еще недостаточно сформировались в представлении Чарльза. То есть он знал, что его интересуют оптические и конденсационные процессы, происходящие в атмосфере, но не знал точно, с какой стороны к ним подойти, за что зацепиться, какую генеральную идею положить в основу опытов.

Что делает ученый, когда генеральной идеи нет? Он идет ощупью, пытаясь самими экспериментами нащупать верную дорогу, взаимосвязь явлений. Иногда на помощь приходит случайное наблюдение, какой-то намек, увиденный вдруг в чем-то очень обыденном, или новое открытие, дающее новые экспериментальные возможности.

Собственно, вот на эту стезю и вступил Вильсон во второй половине 1895 года. Началось все с того, что на время студенческих каникул он решил еще раз съездить в шотландские горы. В июне он вновь очутился в местах, столь памятных его сердцу, где когда-то зародились его первые научные интересы и где теперь им суждено было обрести более отчетливую форму.

Произошло это 26 июня, в тот день, когда Чарльз взобрался на вершину горы Карн-Бор-Дирг, по соседству со старой знакомой

Бен-Невис. Вдоволь налюбовавшись открывающимся прекрасным видом и не сумев рассмотреть как следует снежную макушку Бен-Невиса, покрытую на сей раз облаками, он собрался спуститься вниз, как вдруг услышал раскаты грома — начиналась гроза. Не успев еще оценить обстановку и испугаться — гроза в горах дело не шуточное, — Чарльз вдруг почувствовал, что его волосы становятся дыбом, но не от испуга (я ж сказал, он не успел испугаться), а от действия грозового электричества, насытившего воздух настолько, что волосы ученого вытянулись вдоль силовых линий электрического поля.

Вот только тогда Чарльз понял, что ему грозит, и помчался со всей силы вниз, под прикрытие какой-нибудь скалы. Он вовремя ретировался, и молния, ударившая в вершину, расплавила лишь камень. Но след от этого буйства стихии остался и в самом Вильсоне — в виде новой идеи, мелькнувшей в его голове в тот момент, когда на ней поднялись дыбом волосы. Идея была проста, но, как оказалось, очень плодотворна. Надо проверить, подумал Вильсон, как влияет электрическое поле на процессы образования тумана.

Вот так и родилась та первая, пока еще не оформившаяся мысль, та зацепка, которой не хватало ученому. Ее принес случай. А вторая, сделавшая туманную идею реальной программой, появилась в тот день, когда Вильсон узнал об открытии Рентгена. Так наблюдение, родившееся в случайной поездке, и новое открытие, родившееся из случайного наблюдения, пересекшись, воплотились в эксперимент, поставленный Си-Ти-Аром в феврале 1896 года.

Эксперимент был прост, как все, что делал Вильсон. Он взял свою туманную камеру и поставил около нее рентгеновскую трубку. А дальше очистил воздух от пыли и стал расширять объем камеры. При определенной степени расширения, когда туман уже давно должен был бы образоваться, его все еще не было, чего и следовало ожидать, поскольку воздух был очищен. А потом Вильсон взял да и включил рентгеновскую трубку и посмотрел в камеру — она заполнилась густым туманом, чего ожидать он никак не мог. Сначала Чарльз действительно подумал, что могло произойти случайное совпадение; два последовательных события не обязательно связаны между собой причинной связью, хотя такая ситуация и наводит на некоторые подозрения; как остроумно заметил Лион Фейхтвангер, если человека ссылают на остров Святой Елены, это еще не значит, что он Наполеон. Поэтому дальше Вильсон, что также вполне естественно, несколько раз повторил свой опыт, слегка меняя его, и каждый раз регистрировал один и тот же результат: лучи Рентгена

вызывали конденсацию тумана в таких условиях, в которых ему образовываться не полагалось.

Отсюда можно было сделать только один вывод: рентгеновские лучи, проходя сквозь воздух камеры, образуют там какие-то центры конденсации.

Пока Вильсон раздумывал, что это могут быть за центры, пришло новое сообщение: рентгеновские лучи ионизируют воздух. Значит, вот оно в чем дело; центрами конденсации, по-видимому, служат ионы или электроны, сорванные с атомов. Но как проверить это предположение?

Чарльз долго колеблется: он, кажется, знает, что надо сделать — не для проверки гипотезы, а для получения совета, как ее проверить, — но не решается вначале. Но в конце концов, поборов свою застенчивость, отправляется к Томсону, директору Кавендишской лаборатории.

Джозеф Джон Томсон 1856–1940

Джи-Джи понравились опыты молодого ученого и понравился сам ученый, особенно тем, что он делал физические эксперименты после основной работы в медицинском колледже. Да и результаты говорили сами за себя. Просуммировав оба впечатления, профессор пришел к двум выводам: во-первых, надо подумать над гипотезой молодого и несомненно талантливого ученого и, во-вторых, надо подумать о его дальнейшей судьбе.

Первое решение удалось осуществить быстрее: Томсон почти сразу же нашел способ, как проверить, замешаны ли ионы в конденсации влаги. Он предложил Вильсону поместить камеру в электрическое поле; оно должно притянуть заряженные ионы, расчистить от них воздух, и дальше можно посмотреть, что

получится: образуется туман, — значит, не в них дело, не образуется — они причина. Вильсон, вероятно, расстроился даже: как же самому ему не пришла в голову такая простая идея — ведь несколько месяцев назад сама природа подсказала ему этот путь. Уже поздно сожалеть об упущенном, сейчас надо действовать, и побыстрее.

Вильсон строит новую камеру. Внутрь аккуратно, соблюдая строгую изоляцию, вводит металлический диск. На него подается ток от одного полюса батареи, другой полюс подсоединяется к латунной крышке самой камеры. Таким образом, внутри нее при замыкании контактов создается электрическое поле, он назвал его очищающим. Впрочем, если соблюдать последовательность событий, надо признать, что назвал он его так после эксперимента, а не до, после того, как убедился, что оно действительно очищает камеру от ионов.

А убедился Чарльз в этом очень быстро. Когда ток был включен, никакие рентгеновские лучи не могли вызвать досрочное образование тумана. Следовательно, исходная гипотеза была справедлива: центрами конденсации могут быть не только частички пыли, но и ионы.

Когда двадцатисемилетний Вильсон принес сорокалетнему Томсону результаты своего первого серьезного открытия, Джи-Джи сообщил Си-Ти-Ару приятную новость: по его, Томсона, ходатайству, Кембриджский университет назначил молодому физику на три года стипендию имени Максвелла, что давало ему возможность, на этот период времени во всяком случае, бросить свою работу препаратора и отдать себя целиком любимому делу.

Интересно, что судьбы Резерфорда и Вильсона продолжают все время пересекаться: та же поддержка Джи-Джи; стипендия, дающая возможность работать; склонность к опытам, а не к теориям; недаром они с Эрнестом стали большими друзьями. Да, и еще одно сходство: оба крайне чувствительны ко всяким новшествам. Вспомните. Резерфорд: появились лучи Рентгена — он работает с ними; появились урановые лучи — и они идут в дело. Точно так же ведет себя и Вильсон: свое первое открытие он сделал на рентгеновских лучах, но как только появились лучи Беккереля, он повторил его и на радиоактивном излучении, оно также вызывало ионизацию. Дальше последовали еще две работы, где в качестве ионизирующего агента выступал ультрафиолетовый свет, потом еще одна, где сравнивались положительные и отрицательные ионы с точки зрения их конденсационной способности.

И так незаметно проходят последние годы XIX века — великого века новых физических открытий, и наступает XX век,

не менее великий для физики.

Для Чарльза, тихонько корпевшего над своими облаками, его начало было знаменательно тем, что Королевское общество избрало его своим членом.

В тридцать один год — академик? Вильсон — крупный специалист по мелкой проблеме? Си-Ти-Ар, простой демонстратор, даже не профессор? Да, да, да — молодой, не профессор, специалист в области пока ограниченной, но крайне важной для физики, а вскоре — неограниченной по своему применению. Конечно, положение Вильсона в Кембридже, его замкнутость, его прямо-таки рабская привязанность к одной теме давали повод и для таких вопросов, и даже для дружеских шуток. Быть может, самая острая, хоть и самая добродушная принадлежит не кому иному, как Резерфорду, любовь которого к Вильсону все хорошо знали.

Вернувшись как-то после долгого отсутствия из Австралии, Эрнест на традиционном воскресном обеде в кругу близких произнес нечто вроде тоста в честь Вильсона. «Перед отъездом из Кембриджа, — сказал он ухмыляясь, — я зашел попрощаться с моим старым другом Си-Ти-Аром. Он у себя в лаборатории методично шлифовал вручную большую глыбу стекла. За этим занятием я и оставил его. Первый, кого я увидел, вернувшись после нескольких месяцев отсутствия, был мой старый друг Си-Ти-Ар, который все еще шлифовал большую глыбу стекла».

Этот спич был произнесен в более поздние годы, чем избрание Чарльза в Королевское общество, но характер самого Вильсона и характер его работы были точно такими же, с той лишь разницей, что он еще не сделал своего великого открытия, которое так много изменило в физике и так мало изменило в облике и образе жизни самого автора. Но поскольку это произошло спустя десять лет после того, как Вильсона избрали в Королевское общество, этого срока было вполне достаточно, чтобы странность Вильсона в глазах коллег превратилась в чудачество. Таланту прощают любые чудачества, а простому смертному, даже если он академик. — не очень-то. А то, что Вильсон оказался талантливым ученым, подарившим физикам один из могущественных инструментов познания, стало ясно только после того, как в апреле 1911 года в «Трудах Королевского общества» появилась маленькая заметка, размером всего в три страницы. Она имела ошарашивающий заголовок: «Метод, позволяющий сделать видимыми траектории ионизирующих частиц в газе», и содержала, кроме того, две ошеломляющие фотографии, на которых и в самом деле видны следы частиц. Частиц, которые до этого существовали только в воображении

исследователей.

Кавендишская лаборатория.

Собственно, само открытие произошло на месяц раньше, а родилось оно — в голове Вильсона — еще раньше, в конце 1910 года. Об этом можно судить довольно точно, так как Чарльз вел записные книжки, и вот в одной из них, относящейся к 1910 году, есть заметка, датированная 24 декабря. Она имеет заголовок, что свидетельствует о серьезности, с какой хозяин книжки относился к своим записям. Так вот, заголовок ничего особенного еще не сообщает далеким потомкам, нам то бишь, получившим возможность заглянуть в тайны творчества благодаря любезности жены Вильсона, которая недавно подарила пятьдесят две записные книжки мужа библиотеке Королевского общества. Пятьдесят две книжки за сорок пять лет — примерно по одной в год, хотя важна тут не голая арифметика, а прямо-таки непостижимая тщательность, с какой Вильсон фиксирует все, что происходило в его научной жизни, — от робких идей до окончательных выводов. И вот среди прочих записей, относящихся к первой категории — к робким идеям, мы и находим ту, сделанную 24 декабря, замаскированную невинным заголовком «Современное состояние работ в области расширительных камер» и содержащую поистине революционную для физики мысль о возможности видеть атомные частицы.

Вот эта мысль: «Если предположить, что удастся преодолеть трудности фотографирования, то можно будет увидеть след альфа-частиц, который должен включать в себя центральный стержень из капель, образовавшихся на положительно заряженных ионах, и окружающее этот стержень более рассеянное облачко из капель, образовавшихся на отрицательных ионах».

Почему же запись появилась именно тогда — не раньше и не позже? Что это, игра случая или какая-то закономерность — переход количества в качество, когда сумма долгих раздумий, наблюдений, опытов выливается в конечном счете в новую идею? По-видимому, второе утверждение более справедливо. Хотя на него легко возразить, что способность ионов быть центрами конденсации Вильсон обнаружил еще в 1896 году, — что же мешало ему сразу сделать столь нужное науке предположение?

Многое мешало. Я оставляю в стороне даже его медлительность, хотя это непременно следует учитывать; в конце концов, каждый из нас таков, каков он есть, и не стоит человека, имеющего рост 165 сантиметров, упрекать в том, что он недостаточно хорошо играет в баскетбол. Вспомним лучше состояние вопроса — давало оно повод к подобным смелым попыткам? Вначале, конечно же, нет. Ведь когда Резерфорд открыл альфа- и бета-лучи, он не знал сначала, что они из себя представляют. Только в 1909 году он твердо доказал, что альфа-частицы — ионизованный атом гелия. А когда стало ясно окончательно, что атом делим? Примерно в то же время, чуть раньше. Но как же мог Вильсон размышлять об атомных частицах, если их существование еще не было доказано? Естественно, что его первые раздумья на этот счет относятся к тому же времени; раньше проблема еще не созрела не только для решения, но даже для постановки. Не Вильсон не созрел — проблема.

Зато как только он узнал об открытии своего друга Эрнеста, доказавшего существование атомных частиц, не видя их непосредственно, вот с этого момента, мне кажется, Вильсон начинает задумываться над тем, как увидеть то, что никто еще не видел.

Это было, конечно, раньше, чем появилась та знаменитая запись; но он просто не мог записать то, что еще не оформилось окончательно в его сознании. И потом, он не знал главного: а удастся ли вообще сфотографировать след частицы, даже если она и вызывает конденсацию влаги?

Поэтому дальше пошло скучное дело — поиски новой конструкции камеры, где можно было бы видеть конденсацию, и освещать ее как-то, и приладить фотоаппарат. И поскольку Вильсон все делал сам, своими руками, нетрудно представить, сколько на все нужно было времени.

Наконец не выдержал уже сам Чарльз. Больше он просто не мог ждать. И хотя конструкция камеры еще не была доведена до приемлемого состояния, он решил попробовать: а вообще получится ли хоть что-нибудь? Потом он сам признался, что поначалу мало рассчитывал на успех.

И настало утро 18 марта, когда педантичный Вильсон в первый раз, кажется, махнул рукой на свою педантичность и решился поставить опыт на аппаратуре, не доведенной до кондиции. То ли весна на него подействовала, как тогда, в 1895-м, когда он бросил школу, то ли любопытство подстегивало, но он решился. Набрал в камеру влажный воздух, поставил рядом рентгеновскую трубку, приладил яркую лампу и — будь что будет! — начал опыт. В конце дня в дневнике появляется запись: «Облака прерывистые, состоящие из множества отдельных клубков». Значит — правда, значит — можно их видеть, эти невидимки. Он ликует в душе, а рука, годами приученная к осторожности, сама выводит сухую фразу: «Не являются ли эти клубки следами лучей?»

Интересно, а чем они еще могут являться? Я думаю, Вильсон сам уже прекрасно понял, что гряды микрооблаков у него в камере — следы быстрых электронов, рожденных рентгеновским излучением. Но признаться в своем неописуемом восторге по поводу этого события он в тот день не мог. И только спустя много лет, вспоминая 18 марта, произнесет столь необычные для него слова: «Я пришел в неописуемый восторг». А тогда, в 1911-м, он заставил себя быстро выйти из несвойственного ему состояния и заняться усовершенствованием опыта, сулившего небывалые перспективы.

20 марта 1911 года, 48 часов спустя. Новая запись, и вновь без каких-либо следов восторга: «Лучи можно различать значительно яснее. Они стали исключительно отчетливыми… Смотрел сверху. Наблюдаются отдельные лучи, во многих случаях в виде чрезвычайно тонких линий, особенно четких там, где они расходятся от места расположения источника».

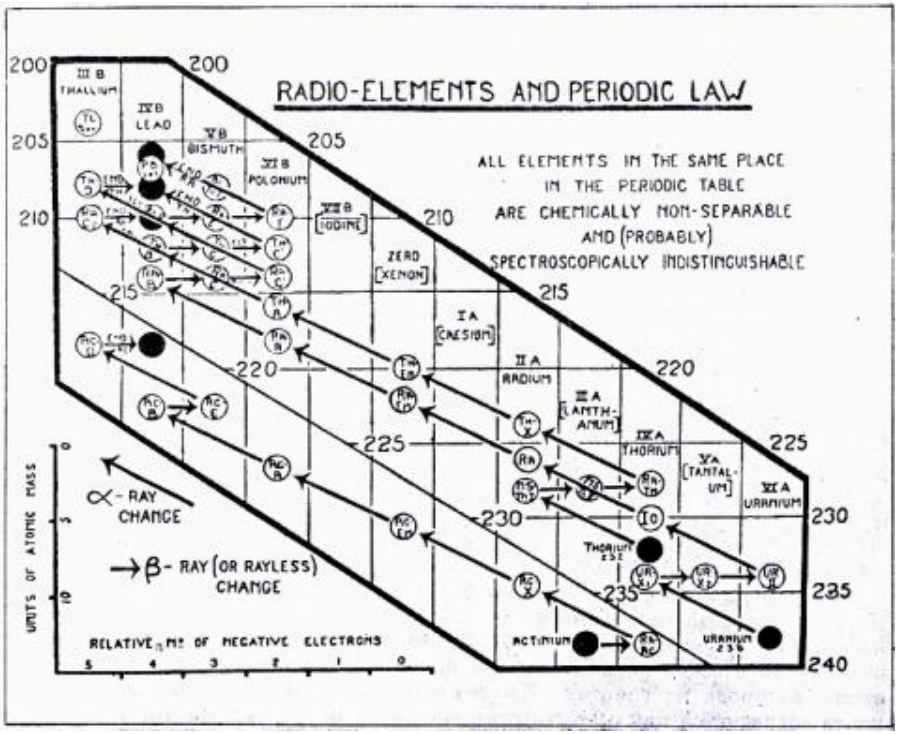
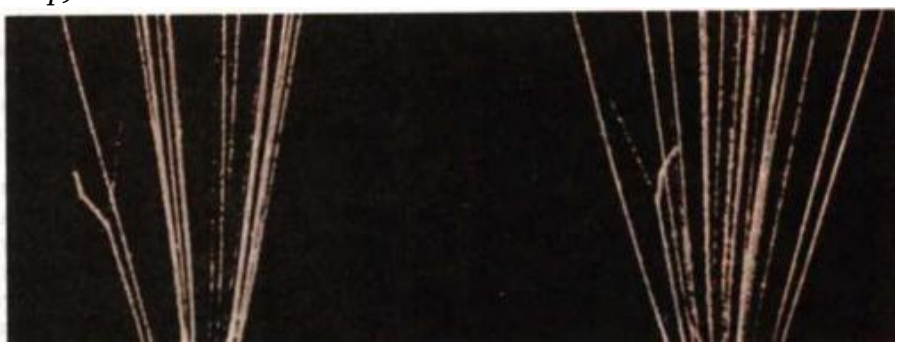
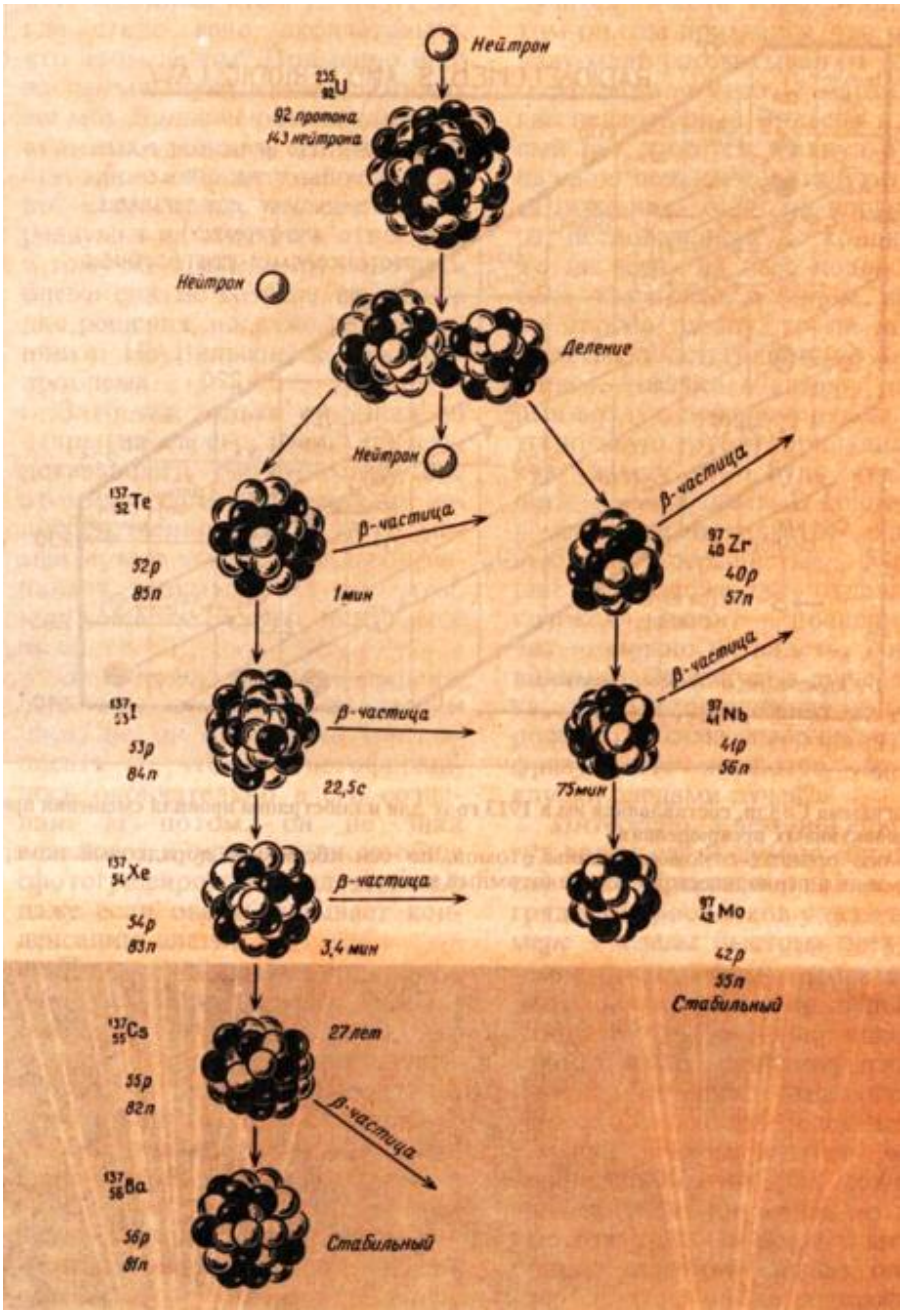


Диаграмма Содди, составленная им в 1913 году для иллюстрации правила смешения при ралиоактивиых превращениях. По оси ординат отложены массы атомов, по оси абсцисс порядковый номер элемента в периодической системе (атомный номер).



Две фотографии, полученные Блэккетом и показывающие вылет протона после соударения частицы с ядром азота.



Одна из наиболее вероятных схем деления урана-235.

В тот же день, позже, он решил попробовать сфотографировать следы. Не потому, что думал, будто ему не поверят и потребуют доказательств, хотя и предполагал такую ситуацию; просто понимал, что фиксация следа частиц открывает новые возможности для их исследования.

Фотографии получились поначалу не очень качественными,

но получились. Получились! След частицы обрел материальное воплощение, он выглядел уже не как химерические россыпи капелек, увиденные на короткое время напряженным и усталым глазом, а как документ, как паспорт частицы.

Дальше дни неслись как в тумане, словно сам Чарльз оказался запертым в душной камере. Он ставил опыт за опытом, пытаясь найти способ улучшить фотографию, сделать след более отчетливым. Наконец он понял, в чем дело: электроны, рождаемые рентгеновскими лучами, слишком малы и слишком быстры; он вспомнил свои прежние опыты с ураном — вот что ему нужно сейчас: тяжелая, сильно заряженная альфа-частица, способная пролететь в воздухе семь-восемь сантиметров, разбивающая вдребезги на ионы и электроны полмиллиона атомов, попадающихся на ее пути; вот кто должен оставить четкий автограф в туманной камере. И Вильсон взял тонкую иглу, поместил на ее кончик крупицу радия и ввел в свою камеру. И тотчас же ионы обволоклись капельками влаги, через мгновение, через считанные доли секунды капельки стремительно набухли до видимых размеров, и в окошке камеры возник веер четких следов; и это тот миг, когда Вильсон смог наконец сказать словами Гете: «Остановись, мгновенье, ты прекрасно». Оно и в самом деле было прекрасно: тысячи белых лучей протянулись от кончика иглы, словно от маяка в тумане. И так же как маяк в непогоду и ночью указывает кораблям правильный путь, так и следы атомных частиц указали ученому путь, по которому должна была пойти его дальнейшая работа.

После нескольких дней мучений со светом, фотоаппаратом, фотопластинками были получены четкие фотографии следов альфа-частиц, которые можно было обнародовать. Вильсон, торопясь, набрасывает короткую заметку, прикладывает к ней две наиболее удачные фотографии, одну — полученную с помощью рентгеновских лучей, другую — с помощью радиоактивного излучения, и отсылает пакет в «Труды Королевского общества».

Он прекрасно понимает, какое впечатление произведет его сообщение, особенно фотографии, и поэтому не свертывает работу в ожидании поздравлений; наоборот, он знает, сколько вопросов посыплется от коллег. Он позволил им заглянуть в невидимый мир, о существовании которого они знали, но который никто не видел. Поэтому он торопится усовершенствовать систему, добиться лучшего качества снимков, составляет подробное объяснение открытого им явления. Он не мог при этом воспользоваться прекрасным примером, которым пользуются сегодня физики, объясняя принцип работы камеры Вильсона, — примером с реактивным самолетом, летящим так

высоко, что его самого не видно, но виден белый туманный шлейф, оставленный им в стратосфере: капельки влаги, сконденсировавшиеся на продуктах сгорания топлива.

Он описывает свою камеру в иных, менее образных выражениях; он делает снимок за снимком, пытаясь поймать альфа-частицу в разные моменты ее короткой жизни, в разных ракурсах. Он отбирает девятнадцать самых лучших фотографий, составляет подробнейшую схему самой камеры, описывает во всех деталях методику получения частиц и их фотографирования и только тогда, отправив все это в печать, немного переводит дух. Теперь он сделал главное: он дал возможность каждому физику самому построить такую же камеру и получить такие же снимки, а также любые другие, какие понадобятся.

Он знает, что возможности его камеры этим не исчерпываются. Он фотографировал те частицы, которые были известны тогда и которые можно было легко получить. Но кто знает, может, частиц больше, и теперь их удастся обнаружить, поймать за хвост — это вульгарно звучит, но довольно точно отражает суть, ибо на пластинке видна не сама частица, а ее траектория, трек, как говорят физики. Конечно, сам Вильсон не мог предвидеть все грандиозные последствия своего открытия. Можно смело сказать, что вся физика элементарных частиц и космических лучей родилась в камере Вильсона.

Когда Резерфорд узнал об открытии своего друга, он, говорят, обрадовался, как ребенок. Он радовался и за Чарльза — наконец тот проявил свой медлительный талант; и за себя — наконец он видит свои альфа-частицы и их отклонение; и за физику — наконец найден способ останавливать прекрасные и важные мгновения.

Спустя несколько лет, когда, казалось, уже спал ажиотаж, вызванный неожиданным открытием тихони Си-Ти-Ара, и к нему, к открытию этому, могли бы уж вроде попривыкнуть, Резерфорд по-прежнему не переставал восхищаться: «Это было замечательное достижение, позволившее увидеть во всех деталях то, что происходит с частицами, когда они пролетают через газ. Каждый, кто обладает хоть каким-то воображением, при виде стереофотографии треков быстрых альфа-частиц, протонов или электронов, не может не восхищаться совершенством, с которым зарегистрированы все подробности их коротких жизней, полных драматических событий. Камера Вильсона стала бесценным помощником самых разнообразных исследований. Этот прибор является в некотором роде высшим кассационным судом, которому экспериментатор может полностью довериться. Ни один человек, наделенный самым ярким талантом научного

предвидения, не смог бы предсказать всех способностей этого прибора, обладающего столь исключительным могуществом и неисчерпаемыми возможностями».

В этом высказывании все, даже стиль, необычный для ученого, говорит о великом восхищении человека, которого трудно было чем-нибудь потрясти — слишком велики были его собственные озарения.

Не только Резерфорд — все ученые были изумлены открытием Вильсона, таким простым, таким доступным каждому, что просто диву можно даться, как это никому раньше в голову не пришло. Даже Рентген, сам Рентген, который к концу жизни, увы, весьма скептически относился ко всему новому в физике, и тот сразу же оценил по достоинству камеру Вильсона.

Но странное дело: поизумлявшись вдоволь, большинство ученых несколько поостыли к камере, словно пресытившись новой игрушкой. Наверное, они и восприняли ее вначале как забавную игрушку, не более; иначе почему же лет десять еще она не стала настольным инструментом каждого физика? Наверное, какая-то объективная причина существовала; может быть, даже не одна.

Прежде всего — фактор новизны метода: не каждый способен повторить все у себя; как ни подробно описывал Вильсон все детали, очень многое зависело поначалу от самого исследователя, от его экспериментаторского мастерства. Потом такое парадоксальное обстоятельство, как отсутствие массового потребителя; в те годы камерой всерьез мог заинтересоваться лишь физик, занимающийся атомными частицами; но частиц было открыто вначале раз, два — и обчелся, и для них как раз треки уже были получены. А новые частицы не были открыты, пока физики не взяли в руки камеру Вильсона, — и получается заколдованный круг; чтобы его разорвать, нужно время.

Еще одно соображение, которое можно выдвинуть для объяснения ненормально малого спроса на камеру: их поначалу не выпускала промышленность. А промышленность не осваивала новый прибор потому, что на него не было большого спроса — и вот еще один порочный круг, который тоже надо разорвать и на что тоже нужно время.

Вообще история с внедрением камеры Вильсона — одна из самых нелепых в истории естествознания: физики, постоянный авангард науки, на этот раз поплелись в хвосте событий.

Может, поэтому, когда наконец положение нормализовалось, они, словно наверстывая упущенное, набросились на камеру прямо с каким-то исступлением и, словно компенсируя прежнее невнимание, получили с ее помощью целый каскад новых

открытий.

Но для этого понадобилось еще несколько исследований самого Вильсона, усовершенствовавшего камеру к 1923 году и πолучившего еще более четкие и убедительные фотографии треков частиц. Понадобилось решение Нобелевского комитета, присудившего в 1927 году премию по физике Чарльзу Томасу Рису Вильсону «за открытие метода, позволяющего посредством конденсации паров видеть траектории полета заряженных частиц».

Любопытно, что к этому времени относится и служебное повышение самого Си-Ти-Ара. Ведь до 1925 года он занимал должность всего лишь старшего демонстратора по физике. Это Вильсон — изобретатель камеры Вильсона! Ну не странно ли и не грустно: только в 1926 году сработала бюрократическая машина, и пятидесятисемилетнему ученому было присвоено звание профессора. Зато потом все посыпалось сразу: на другой год Нобелевская премия, тут же — избрание вице-президентом Королевского общества. Как говорится: «Не было ни гроша, да вдруг алтын».

Может быть, такая задержка с официальным признанием вызвана благими намерениями — попыткой соблюсти максимальную объективность, а ничто так не способствует данной цели, как проверка временем, но все же было бы, право, лучше, если б разрыв не был огорчающе большим. Правда, мы можем утешиться в данном случае тем, что известны примеры, когда Нобелевская премия присуждалась спустя пятьдесят лет после открытия. Так что можно считать, что Вильсону еще повезло. Это что касается премии; а вот по поводу его должностных неурядиц, по-видимому, кроме уже названного и несомненного бюрократизма, может существовать только одна объективная причина.

Дело в том, что Вильсон, несмотря на свою максимальную собранность и аккуратность, не умел читать лекции, а этот талант при назначении на должность профессора очень даже учитывается. Один из продолжателей дела Вильсона, английский физик П. Блэккет, с огромной симпатией относившийся к нему, вынужден был признать: «За его речью трудно было следить, его записи на доске было трудно понять». Но тут же Блэккет добавляет, что, когда он «заставил себя аккуратно конспектировать лекции Вильсона, впоследствии оказалось, что это были чуть ли не единственные записи моих студенческих лет, к которым я потом неоднократно обращался». То есть мнение о нем как о неважном лекторе было поверхностным — он не был эффектен на кафедре, не был остроумен у доски, но разве только

эти качества нужны лектору? Нет, конечно. Но они нужны совету университета для присуждения профессорского звания.

Сам Вильсон, в отличие от нас, переживающих его неудачи, был глубоко равнодушен к своей карьере. Он делал свое дело — шлифовал «свою большую глыбу стекла» — и был счастлив. Тот же П. Блэккет сказал о нем, что «из всех великих ученых нашего века он был, пожалуй, самым мягким и спокойным, самым равнодушным к почестям и славе».

Всю свою долгую жизнь — Вильсон прожил девяносто лет — он неторопливо и методично делал то, что считал для себя и науки важным. За девяносто лет он опубликовал всего сорок шесть статей — столько имеет в активе иной молодой ученый, — но каждая из них может служить образцом. Свою последнюю работу, посвященную своему первому научному увлечению, пронесенному через всю жизнь, Вильсон опубликовал в августе 1956 года, когда ему было восемьдесят семь лет. На двадцати страницах был подведен итог многолетних наблюдений за электрическими явлениями при грозах. В эти сжатые страницы вместилось все: и походы в горы Шотландии, где он расставлял свои электрометры прямо во время грозы, хоть это было довольно опасно; и полеты на маленьком самолете, на которые он решился в восемьдесят шесть лет, чтобы рассмотреть грозовые облака, хоть это очень опасно; и расчеты, и выводы из них.

Размеренная жизнь, постоянные походы в горы, любовь к природе, отсутствие какой-либо тщеславной суеты помогли Вильсону сохранить удивительно крепкое здоровье. Он серьезно заболел, кажется, всего один раз — в девяносто лет, да и то, верно, это была не болезнь, а просто исход жизни.

Он оставил после себя добрую и долгую память, которая будет существовать столько, сколько просуществует камера Вильсона — «самый оригинальный и удивительный инструмент в истории науки», как назвал ее Резерфорд, а ведь он, как известно, редко ошибался в своих предвидениях.

Глава 18. Открытие интерференции рентгеновских лучей

Макс Феликс Лауэ 1879–1960

Мы уже говорили, что нам придется немало пострaнствовать по разным государствам и эпохам. Только что мы были в Канаде и Англии, до этого — во Франции, а теперь предстоит вернуться в Германию, в Мюнхен, в Физический институт при университете, где кафедрой физики руководит В. К. Рентген. Приятно возвращаться в места уже известные — испытываешь двойную радость: от встречи со старыми знакомыми и от узнавания новых людей.

Собственно, новых имен появилось здесь за это время, пока мы кочевали по Европе, не так уж много. Ну, кто здесь новичок? Зоммерфельда мы помним — благодаря стараниям Рентгена он возглавил кафедру теоретической физики. Эрнста Вагнера — тем более, он старый ассистент Рентгена еще по Вюрцбургу. Конечно, помним мы и Абрама Федоровича Иоффе, бывшего ассистента Рентгена, приезжавшего к нему регулярно из России для продолжения совместной работы.

Вот Вальтер Фридрих и Пауль Книппинг действительно новички. Они ровесники — в тот год, когда произойдет интересующее нас событие, им обоим будет по двадцать девять лет; Фридрих будет тогда ассистентом Зоммерфельда, Книппинг — докторантом Рентгена. Еще одна новая фигура —

двадцатичетырехлетний Пауль Эвальд, ученик Зоммерфельда; ему предстоит защитить докторскую диссертацию о поведении световых волн в кристаллах, но у него не все с ней клеится, и это сыграет свою роль. Другой ассистент Зоммерфельда, Петер Дебай, также примет участие в интересующем нас событии. А произойдет оно по милости Макса Лауэ, молодого преподавателя физики, всего три года назад переехавшего в Мюнхен.

Пауль Эвальд 1888–1985

Вот, собственно, и вся ремарка, предшествующая кульминации. Осталось сделать то, что я хотел сделать еще в шестой главе: усадить участников спора за столик кафе, поставить на буфетную стойку коробку шоколада, и действие можно начинать.

Главным действующим лицом будет Макс Лауэ; впрочем, если понимать под действием непосредственное участие в эксперименте, то Лауэ следовало бы назвать главным бездействующим лицом, ибо его роль свелась к высказыванию новой идеи и ее математическому объяснению, после того как она была доказана в эксперименте двумя другими физиками. Но в науке действовать — не обязательно перемещаться по лаборатории, включать и выключать приборы, делать замеры; иногда достаточно просто хорошо подумать; этим теоретики отличаются от экспериментаторов.

Впрочем, Макса Лауэ нельзя назвать чистым теоретиком, он счастливо сочетал в одном лице оба таланта. Поначалу казалось — причем и ему самому, — что теоретиком он вряд ли станет, уж больно не лежала у него душа к чистой математике. В семье вообще считали, что маленький Макс должен быть юристом. Но как-то раз в гимназии он услышал, что из медного купороса под действием электрического тока выделяется чистая медь, с юридической карьерой было покончено. Эта информация настолько потрясла юную душу, что несколько дней Макс не мог ни писать, ни читать, ни есть. Когда не на шутку встревоженные родители узнали, в чем дело, они поняли, что Фемида, строгая

богиня правосудия, свергнута с пьедестала детских грез. И точно: сердцем Макса завладела физика, и надолго — навсегда.

Впрочем, любовь к физике не мешала ему основательно изучать литературу, иностранные языки. В зрелом возрасте он не раз приводил слова известного австрийского физика Людвига Больцмана: «Без Шиллера мог, конечно, быть человек с моим носом и бородой, но это не был бы я», и целиком соглашался с ним, подчеркивая роль родной классической литературы для формирования воззрения ученого именно в детские годы, когда ум наиболее восприимчив к новому. «Образование есть то, что остается, когда все выученное уже забыто», — любил напоминать Лауэ известную поговорку.

Петер Дебай 1884–1966

В начале 1896 года, когда Максу было семнадцать лет, он узнал об открытии Рентгена. Оно поразило его. Он достал примитивную разрядную трубку и попытался получить таинственные Х-лучи, о которых все только и говорили. Разумеется, он не знал тогда, что в будущем ему посчастливится работать с самим Рентгеном и даже сделать с помощью его лучей выдающееся открытие. Может, если бы знал, не так огорчился бы, убедившись, что, несмотря на то что он сделал все, как написано в брошюре, лучей получить не смог.

Некоторое утешение он нашел вскоре в более удачных опытах со светом, производя его интерференцию и дифракцию. В те дни, когда в конце школьного обучения Лауэ познакомился почти одновременно с оптикой и рентгеновскими лучами, и определился его будущий интерес в физике, лежащей именно в перекрестии двух явлений.

Сразу же после окончания университета Лауэ защитил диссертацию. Декан, согласно традиции, привел юного доктора наук к присяге. Он обратился к нему со следующими словами: «Торжественно вопрошаю тебя: решился ли ты клятвенно обещать и самым священным образом подтвердить то, что ты желаешь

радеть по мере сил своих о благородных искусствах, продвигать их вперед и украшать их; и не корысти ради иль стяжания пустой и ничтожной славы ты будешь делиться своими знаниями, но для того, чтобы шире распространялся свет истины». Лауэ, прослушав текст присяги, читаемый по-латыни, по-латыни же сказал в ответ: «Да, клянусь». И он знал уже, на каком поприще будет он делиться своими знаниями, он только не знал, что свет новой истины забрезжит для человечества в несколько странной обстановке — за столиком кафе «Луц».

Собрания в кафе носили традиционный характер, и обязаны они были своим зарождением Абраму Федоровичу Иоффе.

Как-то вместе с Вагнером, с которым он был дружен, решили они зайти позавтракать в кафе и заодно поговорить об интересующих их научных проблемах. Но потолковать вдвоем так и не удалось, там они встретили еще нескольких знакомых из института, и беседа приобрела общий характер. Когда время ленча кончилось, ни одна из проблем не была решена, и договорились встретиться здесь на другой день, чтобы продолжить дискуссию. Назавтра ситуация повторилась, и постепенно эти встречи стали происходить каждый день. Образовалось «нечто вроде клуба физиков с участием химиков и кристаллографов, где ежедневно обсуждались вопросы, возникавшие в ходе работы» — так вспоминает об этом Абрам Федорович.

Но началась вся эта история не здесь, не в кафе, а поздним февральским вечером дома у Макса Лауэ. Или даже нет, еще раньше — утром того же дня на кафедре у Зоммерфельда. Эвальд делал там предварительный доклад по материалам своей диссертации. Он пропускал световые волны через кристаллы и пытался математически описать их поведение, но что-то у него не получалось. Он решил посоветоваться с Лауэ, признанным специалистом в области кристаллов и в области математики. Вечером он пришел к нему домой; Макс высказал готовность помочь ему, но вскоре оказалось, что и он ничего не может путного предложить: длина световых волн была явно велика для размеров кристаллических решеток.

И тут его вдруг осенило. Он вспомнил недавнее сообщение о том, что длина рентгеновской волны что-то около 10^{-9} см, а, по Эвальду, расстояние между атомами в кристалле были порядка 10^{-8} см. И, следовательно, между ними было то же соотношение, что и между световой волной и оптической интерференционной решеткой. И, следовательно, короткое рентгеновское излучение могло дать на кристаллах тот же эффект, что свет дает на обычных оптических решетках или щелях. Эвальд вначале

обрадовался — идея казалась очень перспективной, но потом поостыл — работа требовала навыка в обращении с рентгеновскими лучами, а с ними Петер никогда не работал.

Тем не менее он поблагодарил Макса за участие, а на другой день рассказал о его гипотезе в кафе. Молодые физики оживились; часть из них стала прикидывать, что может новый эффект дать физике; другие вспоминали, что подобные попытки делал уже сам Рентген, и не один раз, и ничего у него не получалось. Кто-то вытащил из портфеля брошюру шефа и процитировал ее конец: «С самого начала моей работы с Х-лучами я многократно пытался получить с ними явления дифракции; я получал даже много раз — с узкими щелями и т. д. — явления, которые внешне совершенно напоминали картину дифракции, но каждый раз, когда я, изменяя условия опыта, проверял правильность такого объяснения, оно не оправдывалось, и я часто имел возможность непосредственно убедиться, что эти явления происходят иначе, чем было бы при дифракции. Я не могу привести ни одного опыта, из которого я мог бы сделать с достаточной, удовлетворяющей меня степенью надежности вывод о существовании дифракции Х-лучей». Видите, сказал он, если уж шеф пишет, что не может, значит, нечего и пытаться что-нибудь получить.

Разгорается спор: одни поддерживают идею Лауэ, другие не верят в нее; физики в пылу забывают, что сидят они в общественном заведении, а не на семинаре, все громче звучат голоса. Прислушаемся к ним.

Лауэ. Я повторяю, раз длина рентгеновской волны соизмерима с расстояниями между атомами в кристалле, должна возникать та же картина, что и при прохождении света сквозь оптическую щель: венчик из темных пятен.

Арнольд Иоганн Вильгельм Зоммерфельд 1868–1951

Вагнер. Помилуйте, какой может быть венчик, когда кристаллическая решетка трехмерна! Ведь если Макс прав, должны получиться три интерференционные картины — от каждого периода своя, и они просто-напросто перекроют друг друга и ничего вы не увидите.

Лауэ. И все же я уверен, что венчик должен быть. Было бы странно, если бы на оптических решетках он появлялся, а на кристаллических — нет. Природа, как известно, логична, гораздо логичнее нас.

Дебай. Все это может быть. Но с одним «но»: если правильны расчеты Петера.

Вагнер. Даже в этом случае ничего не будет. Почему вы упорно не хотите учесть трехмерность решетки? Я готов держать пари, что она съест весь эффект, даже если бы он и мог быть.

Фридрих. Пари? Это идея, я вхожу в долю с Максом. Макс?

Лауэ. Ладно, я согласен. Но на что?

Дебай (оборачивается к буфету). Коробка шоколада подойдет?

Вагнер. Подойдет.

Лауэ. Нас хоть двое, но не боится ли милый Вагнер за свой живот, если ему одному достанется вся коробка?

Вагнер. Я готов пожертвовать здоровьем ради истины.

Фридрих. Слушайте, чем спорить здесь, среди чашек и пепельниц, давайте перенесем спор туда, где его можно решить. Я

берусь выполнить эксперимент.

Зоммерфельд. У меня не так много ассистентов, чтобы отдавать их на отхожий промысел. Кто, интересно, пока вы спорите, будет заниматься серьезным делом?

Лауэ. Интересно, почему проверка моей гипотезы менее серьезное дело, чем исследования, которыми Вальтер занимался до этого?

Зоммерфельд. Не знаю, не знаю, я предпочел бы, чтобы Вальтер занялся изучением расхождения Х-лучей из антикатода. Ваш спор может затянуться, а в одиночку здесь скоро не управишься.

Фридрих. А может быть, Книппинг поможет мне. Пауль, как ты?

Книппинг. Что ж, можно, наверное. Диссертацию я закончил, а уезжать мне только через пару недель, так что время у меня вроде бы есть. Если все это не очень затянется, я готов.

Вальтер Фридрих 1883–1968

Вагнер. Ну что ж, господа, я, пожалуй, эти дни не стану есть сладкое, чтобы быть в форме.

Эвальд. Однако условия явно неравны: Эрнст, если выигрывает пари, будет есть всю коробку один, а Максу придется делить ее теперь уже на троих.

Вагнер. Не будет он делиться, Петер, не будет.

Иоффе слушает, запоминает. Впоследствии он опишет этот спор в своих мемуарах.

Вскоре все расходятся; терраса кафе пустеет; коробка пока остается на буфетной стойке; события перемещаются в лабораторию к Фридриху и Книппингу.

Забегая вперед, можно сказать, что Вагнер зря отказывал себе две недели в сладком; Лауэ и К° не компенсируют ему эту

потерю; Макс выиграет пари и получит, кстати, в награду не только шоколад, но и Нобелевскую премию. Конечно же, при этом не обойдется без случайности — иначе зачем же тогда я стал бы рассказывать всю эту историю?

Сначала все шло, как и предполагал Вагнер.

Вальтер и Пауль вернулись к себе в лабораторию — они работали в одной комнате — и стали сооружать установку. Взяли рентгеновскую трубку, закрепили перед ней несколько свинцовых экранов с маленькими отверстиями, расположенными на одном уровне, — для узкого пучка Х-лучей. По другую сторону от экранов укрепили кусок кристаллического сульфата меди, а над ним поместили фотопластинку, чтобы зафиксировать отраженные под прямым углом лучи. Считалось, что лучи должны отразиться от плоскости кристалла непременно вверх. Когда все было готово, включили трубку — и ничего на фотопластинке не увидели. Вернее, она потемнела в некоторых местах, но никакого отношения к строго геометрической интерференционной картине эти пятна не имели. Стало ясно, что раз ничего похожего на ожидаемый венчик в опыте не наблюдается, значит, и идея Макса не более чем утопия.

Так примерно и высказались на следующей встрече в кафе некоторые из ученых. Вагнер довольно потирал руки и бросал нежные взгляды на глянцевую коробку, Лауэ пожимал плечами, но Фридрих не сдавался. Он не без резона доказывал, что день, два, даже три еще не показательны; может быть, было недостаточно время экспозиции; может, пучок слабый; возможно, кристалл стоит слишком близко. Словом, он не считал эксперимент законченным.

Книппинг не был столь азартен, он все-таки вскоре должен был уехать и задерживаться из-за упрямства Вальтера не хотел, но и отступать первым тоже не считал удобным, поэтому молчаливо поддерживал Фридриха.

Несколько дней Вальтер и Пауль в кафе не появлялись; все понимали, что происходит, и, щадя их самолюбие, ни о чем не спрашивали.

В конце концов Книппинг не выдержал. Он видел, что из их затеи ничего не выходит, до отъезда оставались считанные дни, ему еще нужно было закончить свою работу, а целыми днями мешала. И он подошел к прибору, чтобы выключить его. Но в последний момент решил сначала поставить фотопластинку за кристаллом, по ходу пучка лучей, чтобы хоть его запечатлеть на память, — не зря же они сидели столько времени. Поставил — и пошел покупать шоколад, предоставив Вальтеру горькую честь разбирать их нерадивое детище.

Вальтер долго не мог решиться. Наконец, уже поздно вечером, выключил трубку, убрал все со стола, а фотопластинку рискнул все же проявить — чтобы хоть сувенир остался. Была уже ночь, когда он зажег красный фонарь и опустил фотопластинку в проявитель. Несколько минут он покачивал ванночку, ожидая, когда проступит на эмульсии темное круглое пятно — след узкого пучка рентгеновских лучей, след их неудачи, и утешая себя мыслью, что Рентген много раз в этой же ситуации видел то же самое.

Каково же было его изумление, когда на фотопластинке проступило не одно, а множество темных пятен, рассыпанных вокруг центрального, причем довольно симметрично. Несомненно, это была долгожданная и много раз мысленно лелеянная интерференционная картина. Да, но почему она получилась за кристаллом, почему не сбоку? Неужели в этом все дело? Как же раньше они не догадались повернуть пластинку?

Вальтеру хотелось тут же побежать к приятелю, чтобы поделиться радостью, но, увы, ночью люди спят. Надо же, думал он, в возбуждении шагая по узкой комнате, и Пауль и Макс дрыхнут, как сурки, не подозревая, что только что свершилось новое открытие!

Над Мюнхеном застыла весенняя ночь, Вальтер не мог заставить себя пойти домой. Он ждал утра, чтобы поделиться новостью, которая жгла его, гнала сон, рисовала перед воспаленными глазами заголовок новой статьи. Вальтер понимал, что, по существу, лишь завтра начинается работа: один снимок еще ничего не доказывает, одна интерференционная картина еще не дает всей картины интерференции. И он хотел начать как можно скорее.

Он стал снова собирать установку, ругал себя за то, что вчера вечером смалодушничал и разобрал ее, поддавшись скепсису Пауля, и благословлял Пауля за его скепсис, за то, что он решился повернуть пластинку. Он понимал, что, не сделай этого открытия они, интерференция рентгеновских лучей все равно была бы обнаружена вскоре: идея буквально носилась в воздухе; многие, подобно им, пропускали через кристаллы рентгеновские лучи, но почему-то никто не видел то, что увидел сегодня ночью он.

Вальтер снова взял в руки фотопластинку. Да, наверное, в этом все дело: интерференционные пятна отстояли от центрального, образованного прямым лучом, на некотором расстоянии и были заметно слабее; вероятно, никому не приходило в голову искать их там, а если кто и замечал их, то не обращал на них внимания — уж больно они эфемерны. Все

исследовали лишь центральное пятно; но оно свидетельствовало только о том, что луч ослабляется, проходя сквозь кристалл и ни о чем более. Необходима была гипотеза Лауэ, предполагавшая наличие более слабых пятен, чтобы открытие свершилось. Да, разумеется, еще и счастливая случайность, привнесенная в опыт Книппингом. И скепсис Вагнера, подбивавшего их на эксперимент. Только все эти компоненты, сложившись, помогли им натолкнуться на эти симметричные пятнышки, на эти веснушки удачи. И впрямь их можно назвать веснушками, ведь за окном май.

Лишь только наступило раннее утро, Вальтер помчался к Паулю. Ни слова не говоря, положил перед ним пластинку; тот сразу все понял. Они тут же побежали в институт, чтобы показать драгоценную находку Лауэ — по справедливости он первым имел право радоваться ей, ведь здесь запечатлен след его интуиции. Лауэ также все понял без слов и потащил их к Зоммерфельду. Новая весть мгновенно облетела институт, и все спешили поздравить счастливую троицу с удачей. Причем первым принес свои поздравления Вагнер, посетовав шутя, что зря так долго постился.

Пауль Книппинг 1883–1935

Словом, ликование было всеобщим и искренним. Лишь два человека не пребывали в этот день в радостном возбуждении — по разным причинам.

Один из них — глава института, сам Рентген, который просто не поверил во все эти сказки про интерференцию; раз он сам не нашел ее в свое время, значит, ее нет. Холодный прием несколько огорошил учеников, но они уже привыкли к странностям шефа, все помнили историю с электроном и решили справедливо, что лучше сейчас не спорить, через некоторое время Рентген сам признает свою неправоту.

Другой, кто в этот день был озабочен более, чем обрадован, как ни странно, сам Лауэ, хотя, казалось, у него есть все основания гордиться. Но дело в том, что Макс не мог почувствовать удовлетворения до тех пор, пока удача не была обрамлена в строгую рамку математического описания. Только в таком виде физическая гипотеза могла порадовать глаз теоретика. И пятна, расположенные на фотопластинке в строгом порядке, явственно намекали на возможность приложения здесь математической теории. Поэтому Лауэ почти сразу после того, как улеглись первые восторги, ушел домой, чтобы поразмыслить над увиденным.

Он медленно брел по улицам, натыкаясь на прохожих. Его взор был устремлен внутрь себя, в глубины своей памяти, где толпилась череда математических формул, физических законов, химических структур в ожидании того мига, когда они соединятся воедино, образовав из разрозненных сведений новое знание. И когда до угла улицы, где жил Лауэ, осталось несколько домов, этот миг настал: Макс понял наконец, как можно математически описать интерференцию рентгеновских лучей на кристалле, имеющем три измерения. Ощущение легкости решения было настолько неожиданным, что Лауэ даже остановился, и настолько явственным, что он даже запомнил номер дома, где это произошло.

Оставшийся путь Макс проделал бегом, чтобы сразу записать пришедшую на ум догадку. Она вроде бы неплохо согласовывалась с первым рентгеновским снимком, но для окончательной уверенности нужно было проверить теорию и на других кристаллах. Поэтому, пока Лауэ отшлифовывал математический аппарат, Фридрих и Книппинг проделывали новые опыты, вовлекая в них всё новые кристаллы. Через две недели Лауэ получил от них с десяток новых хороших снимков: наблюдаемые картины полностью согласовывались с теоретическими предсказаниями. И только тогда, только в этот день Лауэ сказал себе, что вот теперь он уверен в своей правоте. И вот только тогда решил сообщить об открытии коллегам.

Сообщение было сделано устно самим Лауэ 8 июня 1912 года на заседании Немецкого физического общества; через месяц, 8 июля, Зоммерфельд представил ныне знаменитую статью Лауэ, Фридриха, Книппинга на заседании Мюнхенской академии наук.

С тех пор и ведет свое исчисление интерференция рентгеновских лучей, явление, доказавшее их волновую природу и вскоре давшее жизнь замечательному методу исследования структуры кристаллических веществ — рентгеноструктурному анализу.

Может показаться, что оно выделяется среди других известных нам открытий несколько экстравагантным способом, каким было задумано и сделано: серьезная гипотеза — на пари, на шоколад; а если б не было спора, значит, не было бы ничего?

Нет, конечно, не значит. Необычность здесь кажущаяся.

Начнем с места действия. Терраса мюнхенского кафе — не случайный плацдарм для дискуссии. Во-первых, здесь и другие проблемы обсуждались; во-вторых, для западных ученых характерно обсуждение самых серьезных дел за столиком кафе. Это не значит, что ученые тратят рабочее время на посещение мест общественного питания, это значит, что они превращают время своего питания в рабочее. Не случайно также, что дискуссия возникла именно в Мюнхене. Пожалуй, она и не могла иметь места ни в одном другом городе — именно в Мюнхене и только в Мюнхене для нее были созданы все условия: наличие экспериментаторов, работающих с рентгеновскими лучами, и наличие теоретиков, занимающихся оптикой. Следовательно, действующие лица были словно бы специально подобраны для данной дискуссии.

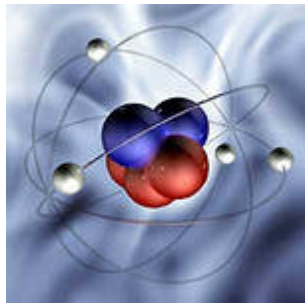
Время действия тоже самое удачное. Все готово к приему новорожденной теории; ее уже давно ждут, она нужна физикам, уставшим от бесконечных споров по поводу природы рентгеновских лучей; ученым не хватает буквально еще одного доказательства, чтобы признать рентгеновские лучи электромагнитными волнами малой длины; хотя бы на несколько лет — пока не станет ясной их двойственная природа. Появление интерференционных пятен подготовлено безуспешными попытками многих физиков, в первую очередь самого Рентгена; сотни фотопластинок побывали около облучаемых кристаллов — сверху, сбоку, сзади; когда-то же должно было произойти неизбежное. То, что оно так долго заставило себя ждать, — вот что случайно, а не мюнхенское пари.

Кстати, и способ действия — на пари — ни в коей мере не компрометирует выигранное открытие; не все ли равно, с кем спорит ученый, выдвигая смелую гипотезу, — с коллегами или с самим собой. Спор должен быть непременно, только в нем и родится истина; идея новая, никто ее не высказывал раньше, ее надо обсудить во всех деталях, найти в ней уязвимые места, чтобы самому же и защитить их, а где, как не в споре, это можно сделать наилучшим образом? И с кем, как не со скептически мыслящими друзьями, можно пуститься в обсуждение, пусть какое угодно ироническое по форме, но непременно доброжелательное по существу? А каковы причины, заставляющие автора доказывать свою правоту — просто самолюбие или

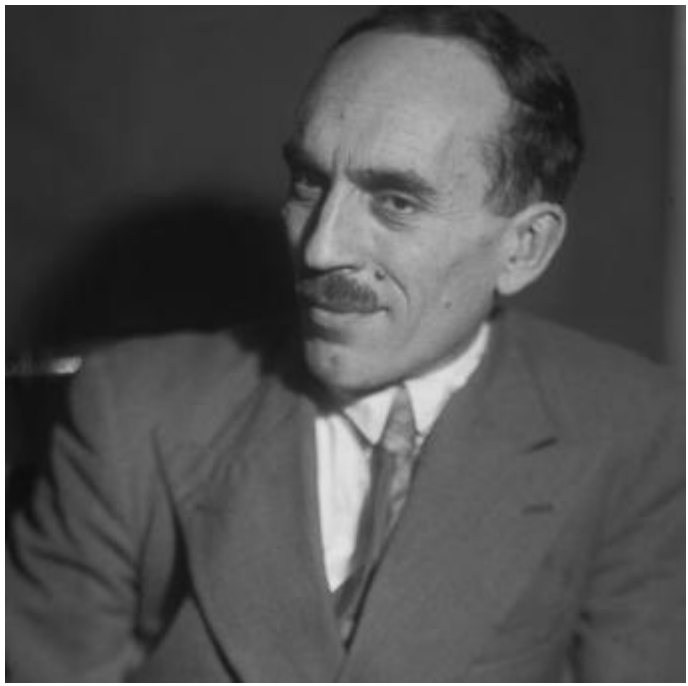
коробка конфет, — право же, не имеет значения. Шоколад здесь — скорее символ двух точек зрения, чем материальный стимул.

К тому же не надо забывать существенного обстоятельства: открытие задумывалось и делалось молодыми физиками, людьми остроумными, склонными к некоторой парадоксальности мышления, весьма ценящими необычные решения, — к этому приучила их сама наука.

Но мы уже должны привыкнуть к тому, что в физике все необычно: в идеи, и пути их воплощения.



Глава 19. Открытие разветвленной цепной реакции



Николай Николаевич Семенов 1896–1968

Абраму Федоровичу Иоффе везло на случайные открытия. Нет, нет, сам он их не делал — они почему-то происходили у других ученых в его присутствии. В первый раз это случилось с его иностранным коллегой, в другой — с его собственным учеником Николаем Семеновым, ставшим академиком, лауреатом Нобелевской премии.

Семенову было тогда двадцать девять лет, и он уже пять лет заведовал лабораторией электронных явлений в Физико-техническом институте в Ленинграде, из них три года был еще и заместителем директора. А директором был Иоффе.

То были удивительные годы. Молодое государство, молодые институты, молодые руководители и ученые молодые. Это обстоятельство немаловажное, молодость не так чувствительна к лишениям, а время тяжелое. Нет топлива, нет воды, нет приборов — это на работе, нет еды — дома, есть только уверенность — что все это скоро будет, и какая-то дерзкая жизнерадостность, делающая невозможное возможным.

Конец 1924 года. Ленинград. Физико-технический институт. Лаборатория Николая Семенова. Три маленькие комнаты,

довольно плотно уставленные приборами. Часть из них — самодельные, часть — новенькие, сверкающие стеклом и никелем, их закупил в Германии Абрам Федорович. Среди серьезного академического интерьера странными пришельцами выглядят ампирные, павловские, барочные кресла, столы, стулья, шкафы. Эти следы былой роскоши привезли сюда из кладовых Зимнего дворца, когда два года назад институт получил новое здание, не приспособленное для научной работы, и его решили укомплектовать хорошей мебелью, а где самая лучшая мебель, как не в царском дворце. Разумеется, были взяты отдельные предметы обстановки, не представляющие художественной ценности.

В лаборатории ведется одновременно несколько исследований. Руководитель лаборатории участвует в каждом из них — не по положению, не потому, что обязан руководить, а по душевной склонности, по горячему интересу, по нетерпению сердца. Разумеется, времени на все остальное остается очень мало — он ведь еще заместитель директора и читает курс лекций студентам; а в двадцать девять лет у человека есть еще «все остальное».

И вот в этой ситуации к Николаю Николаевичу как-то раз приходит молодая девушка. Здоровается, называет свое имя — Зина Вальта, говорит, что окончила университет и хочет поступить в аспирантуру. Ее собеседник, как заместитель директора, уточняет — в какую лабораторию. Оказывается, что к нему в лабораторию. Тогда, как заведующий лабораторией, Семенов вынужден ответить ей, что у него нет места. Зина смущается, мнется, говорит, что ей так много хорошего рассказывали о работах, здесь ведущихся, о руководителе этих работ. Ей очень хотелось бы, она надеется… Словом, происходит сцена, знакомая каждому, кто когда-либо выступал в роли просителя, роли, прямо скажем, не героического плана.

Семенов обещает ей подумать, просит зайти через некоторое время, прощается, а когда она уходит, созывает своих товарищей. В отличие от Семенова, его сотрудники знакомы с Зиночкой Вальта, действительно, много рассказывали ей о своем коллективе и ходатайствуют о ее зачислении. Николай Николаевич говорит, что рад бы уважить их просьбу, но куда же сажать ее в этакой тесноте, да и какую тему ей давать, да и где руководителя взять. Словом, не хочет заведующий брать Зиночку, не хочет. Откуда знать ему, что вместе с ней придет к нему редкостная удача.

Но все же через несколько дней Семенов сдался. Поворчав для строгости, посопротивлявшись для порядка, подписал у

Иоффе распоряжение о зачислении Зинаиды Вальта аспирантом в лабораторию электронных явлений.

Когда Зиночка, сияя от радости и гордости, вышла на работу, Юлий Борисович Харитон, ее руководитель, в будущем академик, а тогда — двадцатилетний начинающий ученый, стал объяснять ей тему работы. Есть фосфор — элемент, как говорят химики, жадно притягивающий кислород; есть кислород, охотно вступающий в реакцию с фосфором. При удовлетворении их взаимных интересов происходит реакция окисления, сопровождаемая выделением энергии. Это легко видно невооруженным глазом, поскольку часть энергии или вся она превращается в световое излучение: фосфор светится. Ясно? Ясно. Пошли дальше.

Вальта напряженно слушала, с нетерпением ожидая, когда ее шеф наконец подойдет к сути их совместной работы. Было немножко страшновато, что сегодня, сейчас ей придется стать причастной к исследованиям, начатым столь великими учеными, — ей, еще не сделавшей ничего в науке, только стоящей у ее порога. Кто мог подозревать тогда, что первый же робкий шаг новой аспирантки приведет к удивительному результату, с которого, по существу, начнется новая область химической кинетики.

Однажды ученым пришла в голову идея проверить окисление фосфора при низком давлении. Можно было предположить, что при обычном атмосферном давлении возбужденные молекулы окислов фосфора не успевают превратить в свет всю полученную энергию; она, по-видимому, частично теряется при столкновении с другими атомами и молекулами. А если это так, то стоит понизить давление в сосуде, где идет реакция, как количество столкновений уменьшится, а свечение должно будет увеличиться, что и станет тут же видно.

Вот такая идея родилась как-то в лаборатории электронных явлений, хотя никакого отношения к электронным явлениям не имела. Но, как известно, идеи приходят без разрешения; можно четко обозначить профиль работы лаборатории, но нельзя обозначить профиль мышления сотрудников.

Когда эта незваная идея появилась в лаборатории, ее не приветствовали радостными криками, но и не стали показывать ей на дверь; ее заперли до поры до времени в ящик письменного стола вместе с другими хорошими и плохими мыслями, требовавшими на свою проверку времени, которого не было. И они лежали там, записанные наспех, несколькими словами или формулами, в ожидании своего часа, когда их достанут, стряхнут с них пыль забвения и пустят в дело, чтобы через месяц или год

выбросить скомканными в корзину или переписать набело — в новую публикацию, а оттуда — в учебник или монографию.

Дождалось своего часа и предположение о яркой вспышке фосфора при низком давлении кислорода. Оно было отдано в бережные руки молодой аспирантки, которая пришла сюда также нежданно; и вот теперь им предстояло соединиться — двум случайным гостьям занятых людей. Поэтому и дал эту тему Семенов именно ей, что работа казалась достаточно простой, чтобы с ней мог справиться даже новичок, достаточно ясной, чтобы он понял результат опыта, и вместе с тем достаточно безразличной самому ученому, чтобы ее было не жалко подарить неопытному сотруднику.

Итак, Зинаида получила свое место под солнцем науки — кусок лабораторного стола, на котором она должна была собрать установку для опыта. Схема ее выглядела довольно просто.

Стеклянный сосуд, где находится кусочек фосфора; из него откачан воздух; к сосуду подходит трубка, по которой идет кислород; давление кислорода замеряет ртутный манометр; чтобы пары фосфора или его окислов не попали в манометр и не испортили его, часть трубки охлаждается жидким воздухом, он конденсирует пары, возвращая обратно в сосуд сбежавшие вещества. Вот и все, собственно.

Сам эксперимент заключался в следующем. Надо было устанавливать разные значения концентрации паров фосфора — и с этой целью нагревать сосуд; регистрировать разные значения давления кислорода — и с этой целью записывать показания манометра; устанавливать взаимосвязь между давлением кислорода и свечением фосфора — и с этой целью просто смотреть в оба.

Когда в первый раз Вальта и Харитон провели опыт при давлении в сотую долю атмосферы, как ни старались они рассмотреть, так ничего и не увидели. Совсем ничего. Никакого свечения.

Все ясно, решили они, что-то напутали в приборе. Зиночка взволновалась страшно: первый шаг — и первая неудача, прибор ведь она собирала. Проверили всю схему; сначала она сама, потом Юлий Борисович. Ничего компрометирующего не нашли. Снова откачали воздух из колбы, снова подогрели ее, снова впустили кислород. И снова — никакого тебе свечения. Не то чтобы усиления его — даже того, что наблюдали обычно при атмосферном давлении, и то нет. Вот уж, действительно, полный мрак неизвестности!

Юлий Борисович Харитон 1904–1996

Начали в третий раз. Установили давление повыше. Пустили кислород. Фосфор заполыхал таинственным светом. Пошло окисление: фосфор соединялся с кислородом, тая, словно Снегурочка. Регистрируя убыль кислорода в системе, медленно опускался вниз столбик ртутного манометра. И вдруг замер. И тотчас потухло свечение. Реакция остановилась.

Четвертый, пятый, десятый раз повторяют опыт Зина и Юлий Борисович — словно дьявол поселился в их колбе: выше определенного критического давления реакция идет, ниже — не идет. А должно, по их предположению, не то чтобы совсем наоборот, но нечто вроде. Причем, поскольку давление кислорода в ходе реакции неизбежно падало, приходил момент, когда в колбе воцарялось то самое критическое давление и окисление словно автоматически прекращалось. И жди, не жди — дальше не идет. По двое суток стерегли растерянные ученые, надеясь, что дьявол неудачи изгонится каким-то образом из установки и она оживет: и сидели, и смотрели, и боялись пропустить этот момент, хотя чего бояться — он сразу бы стал виден. Но, увы, божественный свет истины погас, словно прикрытый чьей-то злой рукой.

Но стоило впустить в колбу малую толику кислорода, и свечение опять появлялось. Это было очень удивительно. Но еще более возросло удивление ученых, когда реакция ожила при добавлении в сосуд не кислорода даже, а небольшого количества аргона. Понять сие уж вовсе было нельзя: инертный газ, называемый так потому, что он не способен вступать в химические реакции, восстанавливал реакционную способность кислорода. Нет, положительно в лаборатории электронных явлений происходило нечто, что могло бы дать повод

недоброжелателям переименовать ее в лабораторию странных явлений.

Но, как остроумно заметил один ученый, задача науки — объяснять то, что нельзя понять. И Семенов, заинтересованный не меньше, чем Харитон и Вальта, вместе с ними стал подбирать какой-нибудь теоретический ключ к непонятному экспериментальному парадоксу. Возились они возились, и так пытались и этак — ничего не получалось. Нельзя было с помощью существующих теоретических представлений объяснить то, что они сами же вызвали к жизни.

А время шло, а другие дела — нормальные и понятные — требовали к себе внимания, а Харитону уезжать надо за границу, на стажировку, а одной Зиночке здесь уж, ясное дело, не управиться, когда и втроем ничего не выходило, и что было делать в такой ситуации? Не сказать всем о том, что они обнаружили, нельзя, а сказать по этому поводу нечего; порешили выбрать золотую середину: ничего не объясняя, просто описать в статье экспериментальную находку.

Вскоре статья за подписью Юлия Харитона и Зинаиды Вальта была опубликована в двух журналах — у нас в стране и в Германии. Ученые посчитали на этом свой долг исполненным и перешли от бесплодного изучения мистических явлений к делам земным. Ю. Б. Харитон, как и собирался, уехал за рубеж; Зиночка, расстроенная, вероятно, своим неудачным дебютом в науке, почти конфузом, оставила лабораторию, куда еще недавно так стремилась, и перешла в аспирантуру другого института; а Николай Николаевич, по-видимому, вздохнул с облегчением, когда с его плеч упали сразу две горы: необъяснимый эксперимент и сотрудница, требующая объяснить ей, что делать дальше.

И открытие не состоялось.

Через тридцать пять лет после этого дня Николай Николаевич Семенов, уже умудренный жизнью, познавший цену неожиданностям в науке и понявший в полной мере долг исследователя, написал: «Никогда не следует проходить мимо неожиданных и непонятных явлений, с которыми невзначай встречаешься в эксперименте. Самое важное в эксперименте — это вовсе не то, что подтверждает уже существующую, пусть даже вашу собственную теорию (хотя это тоже, конечно, нужно). Самое важное то, что ей ярко противоречит.

В этом диалектика развития науки».

Но тогда, в 1925 году, двадцатидевятилетний физик чуть было не упустил открытие разветвленных цепных реакций и Нобелевскую премию — он расстался со своей идеей, мысленно

засунув ее обратно в стол как негодную или, во всяком случае, неактуальную теперь, и, как признал сам позже, не думал к ней возвращаться.

И не вернулся бы, если бы статью Вальта и Харитона не прочел Макс Боденштейн и не расчехвостил ее по всем пунктам.

Боденштейн был крупным немецким химиком, известным прежде всего тем, что за двенадцать лет до этого открыл цепные неразветвленные реакции. Он обнаружил вначале, что при соединении хлора с водородом реакция идет не так, как положено по старой доброй теории реакционной способности, а в сто тысяч раз быстрее. Считалось, что для взаимодействия двух газов молекула хлора должна сначала поглотить квант света, возбудиться и только тогда уже стать способной к взаимодействию с водородом. И если это так, то для каждого элементарного акта в реакции требовался один квант света.

А Боденштейн посчитал, что поглощение всего одного кванта света приводит к сотне тысяч химических взаимодействий. Сам он вначале не мог объяснить этого парадокса. Объяснение ему дал в 1918 году выдающийся немецкий физико-химик Вальтер Нернст, предположивший, что при поглощении кванта энергии молекула хлора разлагается на два атома, каждый из которых очень агрессивен. Поэтому он легко реагирует с молекулой водорода, состоящей также из двух атомов, образуя хлористый водород и свободный атом водорода. Тот в свою очередь реагирует с двухатомной молекулой хлора, и все повторяется. Реакция идет, как по цепи, она и называется цепной реакцией. А в тот момент, когда возбужденный атом хлора сталкивается с какой-нибудь инертной молекулой, способной забрать у него часть его энергии, атом успокаивается — происходит, как говорят, обрыв цепи, реакция останавливается. Точно так же она может затухнуть, если атом отдаст избыток энергии стенке сосуда, ударившись о нее.

Макс Боденштейн 1871–1942

Боденштейн, открывший цепные неразветвленные реакции, считался по справедливости главой ученых, работающих в области химической кинетики. И когда в его статье, написанной в ответ на публикацию Вальта и Харитона, прозвучало скрытое осуждение российских ученых за спешку, небрежность в постановке опыта, за то, что они запутались в трех соснах, которые сами же и посадили, — от таких обвинений нельзя было просто отмахнуться, надлежало поднять брошенную перчатку и принять вызов. И поскольку здесь была задета честь всей лаборатории, то к барьеру должен был выйти ее руководитель.

Николай Николаевич внимательно прочитал заметку Боденштейна. Аргументы немецкого химика звучали, действительно, убийственно. Ведь что получалось по Боденштейну? Получалось, что порок — в самой схеме установки, она собрана так, что кислород, поступая в сосуд через ловушку, непременно должен был сталкиваться со встречным потоком паров фосфора, стремящихся, естественно, вытолкнуть его обратно, не допустить к реакции. Поэтому и приходилось повышать давление кислорода — чтобы он одолел встречное давление. То же самое происходило, когда к кислороду добавляли аргон: он также повышал давление смеси и открывал таким образом кислороду доступ в сосуд. В заключение Боденштейн вообще не советовал кому-либо заниматься столь безнадежными опытами.

Обстановка усугублялась тем, что статью Боденштейна прочли и другие сотрудники лаборатории, стала она известна и институтскому руководству. Начались разговоры; сначала тихие, вполголоса, никого прямо не обвиняющие, лишь намекающие на

легкомысленность некоторых заведующих некоторыми лабораториями; потом критические голоса стали слышны довольно громко; Семенов оказывался в сложных отношениях не только с немецким ученым, но и с собственными коллегами. Ситуация создавалась неприятная, она требовала немедленных действий.

Николай Николаевич решил сам заняться проклятым фосфором и ради этого даже бросить на время все другие дела.

Сначала надо было продумать во всех деталях будущий эксперимент. Было ясно, что установку следует изменить так, чтобы из нее выпало уязвимое место — ловушка фосфора, которая оказалась ловушкой для них самих.

Зачем нужна была она? Чтобы не допустить попадания фосфора в ртутный манометр. Значит, надо заменить манометр, поставить такой, чтобы он не боялся соприкосновения с парами фосфора, тогда не будет необходимости городить огород с охлаждением.

Так и сделали. Новый простой сернокислотный манометр крепился непосредственно к сосуду, а кислород поступал сам по себе. После нескольких опытов стало видно, что, во-первых, Боденштейн частично прав, но, во-вторых, что правы и физтеховцы. Фосфорная пробка действительно образовывалась в прежнем опыте, но и кислород тем не менее не реагировал с фосфором ниже критического давления. Оно было, правда, не такое низкое, как раньше, но все же оно реально существовало. Оно измерялось теперь не по остановке реакции, а по возникновению свечения при медленном выпускании кислорода через капилляр.

Значит, не с иллюзорными явлениями имеют ученые дело, а с чем-то существующим, хотя пока еще и непонятным.

Александр Иосифович Шальников 1905–1986

Семенов решил продолжить работу дальше. Подключил к ней молодого помощника Александра Шальникова. Стали менять не давление кислорода, а объем сосуда. Брали колбы разных диаметров и смотрели, меняется ли величина критического давления. Меняется. Выписали его значения, написали рядом диаметры сосудов — посмотрели, посчитали; получалось, меняется оно обратно пропорционально квадрату диаметра. Так. Значит, есть четкая зависимость.

А если плавно менять объем сосуда?

Взяли большой цилиндрический сосуд, впустили в него немного кислорода, так чтобы его давление было ниже критического. Не идет реакция. Все правильно: и не должна идти. Потом стали потихоньку наливать в сосуд ртуть. Объем плавно уменьшался, давление росло, и вдруг в какой-то момент фосфор вспыхнул. Давление? Так и есть: критическое.

Ну что ж, можно, пожалуй, садиться за статью.

Ну что описать в ней кроме самих опытов — опять ничего? Снова признать, что шли вслепую, не ведая, что происходит?

Но это значит опять поставить себя под огонь критики. Ведь пока не будет дано объяснение происходящему в рамках какой-нибудь новой теории, судить опыт будут по законам старой теории. А по ней того, что происходит сейчас, быть не может.

Но как понять, почему молекулы фосфора не желают соединяться с молекулами кислорода до какого-то давления, а потом начинают это делать весьма бурно, словно наверстывая упущенное?

Семенов, подводя итог первым экспериментам, набросал эмпирическую формулу, которая как-то описывала происходящие странности, учитывала влияние всех факторов на величину предельного давления кислорода. Но она не давала ответа на вопрос, почему это происходит. Почему?

Конечно, это самый интересный для нас момент, когда ученого вдруг осеняет догадка, когда секунду назад еще ничего не было, кроме страстного желания понять, досады оттого, что ничего не понимаешь, и кучи фактов, которые не знаешь, как расставить в уме, а потом, в следующее мгновение, в этом хаосе неожиданно забрезжит какой-то еще неясный порядок, и вот уже факты выстраиваются в ряды и держат равнение направо, откуда несется им навстречу блестящая идея. Она, словно доспехами, блещет выводами, которые делают ее неуязвимой для критики, над ней развевается белый кивер удачи, и она потрясает острым копьем, легко целя им в разбегающиеся сомнения.

Но как остановить это сладостное мгновение? Далеко не всем счастливцам в науке посчастливилось дважды — чтобы не только встретиться с озарением, но еще и запомнить все детали встречи.

Николай Николаевич честно признал: «Я уж сейчас не помню хорошо, когда у меня мелькнула догадка…» Жаль, конечно. Жаль, что не уловил этот миг, когда мелькнула счастливая догадка о том, что на свете, кроме неразветвленных цепных реакций, кроме боденштейновских цепей, есть еще и разветвленные цепи и что окисление фосфора идет именно по такому механизму.

Единственное, что известно, — такая идея озарила его вдруг, и случилось это где-то в конце 1926 или в самом начале 1927 года, а что сделал в сей миг Николай Николаевич, запрыгал ли по лаборатории, как Дэви, или остановился как вкопанный, подобно Лауэ, или закричал «Эврика!», как Архимед, или заперся в лаборатории, как Рентген, можно только гадать; автор открытия не помнит, а автор книги не хочет брать грех на душу и выдумывать то, чего не было.

Так что придется пропустить нам минуту, час или день, когда происходило таинство рождения новой идеи, и продолжить рассказ уже со следующего события, которое в силу своей реальности оставило зримый след. Этим событием, неизбежно следующим за догадкой, была попытка зафиксировать ее в виде расчета.

Вспомнив механизм боденштейновских неразветвленных цепных реакций, Николай Николаевич ясно увидел, что окисление фосфора вроде бы похоже на боденштейновские цепи, длиной хотя бы, но идет совсем по-иному, с разветвлением. Реакция расползается в разные стороны, как ветви дерева,

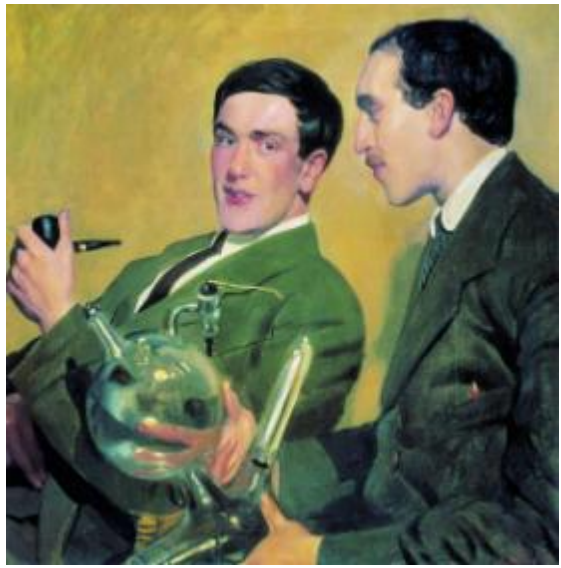
множась и нарастая ежесекундно, как горная лавина, которая начинается с одного невинного камешка. Потому-то и выгорает с такой скоростью фосфор, когда давление кислорода выше критического.

Да, но почему тогда реакция вовсе не идет, когда оно ниже?

Если записать формулу, связывающую критическое давление с размером сосуда, то в знаменателе дроби стоит квадрат диаметра сосуда: чем он больше, тем значительно меньше давление.

Если диаметр безгранично велик, давление выражается нулем; это значит, что если у сосуда нет стенок, то никакого критического давления не существует — реакция может идти сколько ей угодно, пока разветвленная цепь не истощит запасы фосфора или кислорода.

Получается, что бурному развитию цепной лавины мешают стенки сосуда. Этот вывод неумолимо следовал из формулы, поэтому его нужно принять, а приняв, объяснить. Это сделать оказалось уже значительно легче. По словам Семенова, от анализа формулы до объяснения был всего один шаг. Небольшой шаг: нужно было лишь предположить, что активные частицы, скажем, атомы кислорода, ударившись о стенку колбы, захватываются ею. После этого у них уже, что называется, связаны руки, и они не способны принять участие в цепной реакции. Каждый такой прилипший атом сидит на стенке, смотрит, как другие его товарищи активно участвуют в превращениях, и ждет, когда подойдет к нему другой атом, чтобы, соединившись и образовав нейтральную молекулу кислорода, соскользнуть внутрь сосуда. Следовательно, цепь живет и разветвляется на участке от места ее зарождения до стенки. Чем уже сосуд, тем короче этот путь; при каком-то малом диаметре большая часть цепей вообще не успеет разветвиться. И получится, что количество выбывающих из игры атомов кислорода превысит число вновь рождающихся. Так объяснял поначалу сам себе Николай Николаевич явление критического размера.



Ученые-физики П. Л. Капица и Н. *Н. Семенов. Художник Б. М. Кустодиев. 1921 год.*

Убедившись, что новая гипотеза пока прекрасно все объясняла, он попытался уразуметь следующий непонятный казус — критическое давление. Его существование также логично вытекало из гипотезы. Поскольку размер сосуда в опытах Харитона и Вальта был неизменным, число гибнущих активных частиц на стенке также было постоянным, а количество новых активных атомов зависело от давления кислорода. Когда его становилось так мало, что смертность атомов превышала их рождаемость, реакция замирала и дремала до тех пор, пока давление кислорода не повышалось выше критического.

Оставалось объяснить себе последний опыт — с аргоном. Это оказалось совсем просто, достаточно было представить, как инертные молекулы толкутся на дороге, по которой мчатся к стенке атомы кислорода, мешают им превышать скорость, охлаждают их пыл — вроде как инспекторы на скоростных магистралях, и сразу становилось понятным, почему уменьшается при этом критическое давление: атомы кислорода реже бьются о стенки, реже гибнут, и для поддержания реакции достаточно меньшего их количества.

Я рассказываю о том, как мыслил себе Николай Николаевич Семенов события, происходившие в экспериментах с окислением фосфора, но я не могу здесь воспользоваться способом, каким ученый выражал свои представления, — это не только и не столько слова, это формулы и расчеты. Как ни логичны образные построения, если их не подкрепить математическими выкладками, вряд ли можно выходить на суд коллег; так, во

всяком случае, принято в физике. Поэтому физик Семенов, неожиданно для себя оказавшийся втянутым в химическое изыскание, попытался прежде всего описать свою идею математически.

Когда была построена математическая теория разветвленных цепных реакций, автору открытия стало ясно, как он писал, «что полученные в опытах закономерности поразительно хорошо описываются теоретическими формулами». В тот момент, правда, ему еще не было ясно до конца, сколь значительно его открытие, как далеко оно простирает свое влияние среди химических процессов; понимание обширности пришло позже; но и тогда было достаточно причин, чтобы почувствовать радость и гордость за то, что сделано, и законное желание поделиться своей радостью с другими.

На ближайшем же заседании ученого совета Физико-технического института Семенов решил доложить о своих работах. С момента полемики с Боденштейном прошел почти год. За это время многие сотрудники института прочно уверовали в ошибку Вальта и Харитона; длительное молчание их руководителя только укрепляло эту уверенность. Следовательно, предстояло не просто сообщить новость собравшимся, надо было еще и преодолеть психологический барьер, существовавший между учеными, однажды уверовавшими в легкомысленность, свойственную сотрудникам лаборатории электронных явлений, и докладчиком, возглавляющим эту самую лабораторию.

Начал свой доклад Семенов торжественно, как человек, сознающий значимость момента. Но вскоре сник. Он явственно ощущал скепсис слушателей — они не верили ни одному его слову. О, как было обидно видеть, как столь уважаемые люди, прозорливые ученые не желали замечать того нового, что содержало сообщение их коллеги! И, главное, что и учитель — среди фом неверующих. Иоффе тоже кривит ус, вертит головой, не понимает того, что старается втолковать им вконец измучившийся от напряжения и обиды докладчик. Нет, не понимают ничего, это же ясно — вопросы такие задают, что даже отвечать не хочется; а уж возражают против самых очевидных предположений. Не поняли, не поняли — не захотели понять, не заставили себя вдуматься в новые данные, не дали себе труда отстраниться от старых представлений о механизме реакций, не усомнились в ошибочности боденштейновских возражений.

Легко можно понять состояние Николая Николаевича, который, по его собственным словам, «совершенно измучился, но так и не смог убедить их в своей правоте». Обида и злость должны были остаться у него на душе после ученого совета, на

который он возлагал столько надежд. И еще изумление по поводу очевидной слепоты, вернее ослепленности учителя. Провожая его после совета домой, Семенов не утерпел и высказал многое из того, что у него накипело на душе, а в заключение прямо заявил: «Не пройдет и года, как все переменят свою точку зрения, согласятся со мной, поймут важное значение нашей теории…»

Семенов хоть и в запале говорил это, но оказался прав: даже меньше чем через год открытие цепных разветвленных реакций обрело право научного гражданства. И первым признал его Боденштейн — да, да, тот самый, который выступал против, разгромил эксперимент Харитона и Вальта, не оставив от него, казалось, камня на камне. Но Семенов собрал уцелевшие факты, реставрировал их, потом пристроил к ним новый эксперимент и на таком прочном фундаменте возвел новую теорию. И Боденштейн, прочитав статью Семенова, опубликованную в том же немецком журнале, где год назад появилась робкая заметка Харитона и Вальта, теперь признал свою слепоту и недоверчивость. И, как бы в компенсацию за прошлый инцидент, предложил впредь печатать статьи в редактируемом им «Журнале физической химии». Но, наверное, и после этого еще долго чувствовал неприятный осадок на душе оттого, что так оконфузился, и пользовался каждым случаем, чтобы оповестить ученых об открытии, которое по его милости чуть не закрылось.

В конце 1927 года Семенов вырвался ненадолго из круговорота многочисленных обязанностей и уехал на озеро Селигер, чтобы там, на природе, в тиши, обобщить прежние наблюдения, прибавить к ним новые, появившиеся в последние недели, и попытаться создать более обширную теорию разветвленных цепных реакций. Конечно, прохаживаясь по берегу озера, думать легче, чем бегая между кабинетом и лабораторией — не звонит телефон, не заходят десять раз на день коллеги, не надо сидеть на совещаниях. И работа потому была написана очень быстро.

Вернувшись, Семенов доложил ее на ученом совете. Совсем недавно он стоял здесь же, на этом самом месте, у этой самой доски, перед этими же самыми людьми и рассказывал им о том же самом открытии. Но тогда они были глухи к тому, что посчастливилось найти ему с помощью двух своих молодых сотрудников и умудренного в науках Боденштейна; теперь все было по-иному. Радостью соучастия светилось лицо Абрама Федоровича Иоффе, внимательны были члены ученого совета; они поняли наконец, что присутствуют при рождении нового открытия, которое прославит молодую советскую науку. Поздравления после доклада были совершенно искренни; кто-то,

наверное, признал, что был неправ тогда, другие сочли за благо промолчать — что поминать старое.

Вскоре, в 1928 году, стало известно, что открытие Семенова подтверждается опытами молодого английского ученого из Оксфордского университета Хиншелвуда. За ним и другие исследователи стали изучать новый механизм реакции.

Вместе с тем скептики еще не сложили оружия, еще не перестали раздаваться голоса отдельных ученых, часто весьма крупных, твердивших, что то одно неверно, то другое. Поэтому Семенов не счел возможным почить на лаврах и ждать, пока другие ученые за него осветят все неясные места в его теории; он еще интенсивнее взялся за продолжение работ, ставя их в больших масштабах, дабы теперь уже можно было подключить к ним многих сотрудников.

Один из важнейших опытов был поставлен самим Николаем Николаевичем. Он решил доказать себе и оппонентам, что зарождение разветвленной цепной реакции можно вызвать буквально несколькими активными частицами; по теории, правда, так и следовало, но одно дело, когда это происходит на бумаге, а другое — в колбе. Этим изящным и предельно простым опытом Семенов доказал, что он превосходный экспериментатор, словно бы видящий, как клубятся в сосуде молекулы, ожидая только внешнего толчка, чтобы взорваться химической реакцией. Он придумал, как надо подтолкнуть с горы камешек, чтобы он увлек за собой лавину.

К трубке, через которую поступал в сосуд кислород, подвели ток от катушки Румкорфа — слабенький ток, ничтожный, едва способный расщепить на атомы мизерное количество молекул. Но, по теории, для начала окисления много и не нужно — достаточно нескольких осколков. И, следовательно, в момент включения рубильника должна произойти вспышка.

Должна… Но произойдет ли? Такая постановка опыта, когда в одну секунду решается судьба нескольких предшествующих лет и многих лет будущих, требует огромного нервного напряжения. Не удивительно, что Семенов ужасно волновался и смотрел на рубильник, поворот которого должен был все решить, словно кролик на удава. Представляете, что должен был пережить в душе ученый в такой момент, если и через тридцать два года помнил «…тот трепет, с каким… в первый раз протягивал руку к щитку с рубильником». «Я долго не решался начать опыт, — вспоминает Николай Николаевич тот знобящий миг. — Мне казалось, что в эту минуту решится судьба всей теории».

И она и впрямь решилась: одновременно с поворотом рубильника в сосуде вспыхнула — действительно вспыхнула —

реакция. Горсть атомов кислорода вовлекла в цепной процесс миллиарды молекул. Вновь и вновь повторял Семенов этот опыт, чтобы исключить возможность малейшей ошибки, и каждый раз, когда переставшая уж дрожать рука включала рубильник, в сосуде происходила вспышка.

Ну вот и все, собственно. Дальше открытие начало самостоятельную жизнь. Теория Семенова о разветвленных цепных процессах прочно обосновалась в химической науке. Она привлекла к себе внимание химиков всего мира, ибо очень скоро стало ясно, что цепные процессы весьма многочисленны, они диктуют свои законы таким распространенным реакциям, как полимеризация, хлорирование, сгорание топлива в двигателях.

В 1930 году Советское правительство организовало специальный Институт химической физики, где можно было по-настоящему широко развернуть работы в столь важной для науки области. Во главе института встал Н. Н. Семенов.

М. В. Келдыш, Н. *Н. Семенов и П. Л. Капица во время вручения академику Л. Д. Ландау Нобелевской премии по физике. 1962 год.*

В 1934 году Семенов, избранный только что академиком, подвел итог своего почти десятилетнего труда в монографии «Цепные реакции»; в следующем году книга была переведена на английский и вышла в Англии, где продолжал успешно работать Хиншелвуд.

В 1941 году основатель нового раздела химической кинетики был удостоен Государственной премии, а в 1956 году, через тридцать лет после открытия, вместе с Хиншелвудом получил Нобелевскую премию по химии. То была вдвойне радостная для нас победа: премию получил первый советский ученый. До этого два русских исследователя удостоились столь высокой чести — Мечников и Павлов, но было это еще до революции. После еще девять наших физиков получат право именоваться лауреатами Нобелевской премии, но Семенов был первым.

В этой книге нам уже не раз приходилось сопровождать выдающихся ученых в Стокгольм, где им вручались диплом лауреата, золотая медаль, денежный чек, где в их честь оркестр играл отрывки из лучших симфоний, где награжденных осаждали фото- и кинокорреспонденты, где смущенные непривычным общественным вниманием лучшие физики, химики, биологи читали традиционные Нобелевские лекции.

И, вероятно, каждый из нас задавал себе вопрос: о чем, интересно, думает ученый в те минуты, когда перед его награждением играет музыка, а шведский король готовится вручить ему символы международной славы и признания? К сожалению, далеко не всегда это становилось известным широкой публике, ученые редко вспоминают о личных переживаниях. Но нам представляется редкий случай узнать совершенно точно, какие мысли проносились в голове шестидесятилетнего академика Н. Н. Семенова, когда он сидел на сцене переполненного зала, взволнованный и счастливый, и, пока играл оркестр, имел десять минут на то, чтобы перевести дух, расслабиться немного после начала и перед концом торжественной церемонии и подумать о чем-то своем. О чем же?

Вот его воспоминания: «Когда я слушал музыку, передо мной проносилось то незабываемое время 20-х — начала 30-х годов, когда я, еще молодой человек, и мои дорогие товарищи, тогда еще совсем юные сотрудники лаборатории, в институте за экспериментальными установками и дома за письменным столом переживали самые яркие радости творчества, когда каждый день приносил нам новые загадки и когда эти загадки мы в конце концов с успехом решали и сквозь, казалось бы, непроходимые

дебри пробивали новые пути».

Энрико Ферми 1901–1954

Согласитесь, история открытия такова, что здесь есть что вспомнить. Дело не только в обстоятельствах открытия, хотя и они, конечно, невольно должны запасть в душу, — а ведь память сердца, как вы помните, сильней рассудка памяти печальной, — дело еще и в последствиях, какие имело открытие для науки; не только для химии — для физики. И это должно было быть особенно значимо для его автора, ведь он, не забудьте, был физик. Физике обучался в университете, физикой шел заниматься к Иоффе после окончания, о физических открытиях мечтал, вероятно, холодными голодными ночами в Петрограде.

И когда через двенадцать лет оказалось, что идея разветвленной цепной реакции применима не только к химическим процессам, но и к процессам ядерным, Николай Николаевич непременно должен был почувствовать радость и удовлетворение: удовлетворение тем, что идея, высказанная физиком, вернулась на круги своя — в физику же.

Речь идет о ядерной цепной реакции деления урана. Она была предсказана в 1938 году Фредериком Жолио-Кюри и Ф. Перреном и осуществлена впервые 2 декабря 1942 года в Чикагском университете итальянским физиком Энрико Ферми. Конечно, ядерная цепная реакция отличается от химической — иные частицы участвуют в ней, на ином уровне идет процесс и с иными последствиями, но формальные закономерности здесь те же и те же критические условия включают и выключают цепь. И если нельзя сказать, что физики просто позаимствовали теорию своего бывшего коллеги, то высказать предположение, что они

воспользовались ее основами и тем самым значительно сократили время поисков, можно и нужно.

Наверное, и об этом думал Николай Николаевич декабрьским днем 1956 года. А может, еще и о будущем своего открытия, иве этой связи — о биологии, где цепные процессы могут оказаться столь же важными, как и в ее сестрах — химии и физике.

Конечно, когда смотришь назад, все представляется простым и понятным, кажется даже странным, как это можно было сомневаться в чем-то, долго не решаться что-то сделать; но те, кто пробивается вперед «сквозь, казалось бы, непроходимые дебри», всегда вынужден сомневаться, ибо дороги впереди нет и ее приходится строить, как говорил немецкий физик Макс Борн, позади себя. Семенов проложил широкую дорогу; по ней уже почти 70 лет идут многие ученые мира, и еще долго останется она оживленной магистралью науки; но как бы далеко от начала ни ушли мы, следует помнить, что когда-то ее вовсе не было на карте естествознания и один из наших современников первым вошел в дремучий лес неизвестности.

Глава 20. Д. Велпоул. Серендипити

Ну что ж, вот и подходят к концу наши странствия. Мне осталось поведать одну лишь еще историю — последнюю.

Правда, по хронологии она самая древняя в этой книге, ибо восходит к тем далеким временам, когда Цейлон назывался еще санскритским словом «Серендипа», образованным в еще более далекие времена соединением двух слов: «Симхала» — истинное название Цейлона, и «Двипа» — остров. Открыт Симхала Двипа был бенгальским принцем Виджая, который отправился в плавание по Индийскому океану из Калькутты и неожиданно около самой Бенгалии обнаружил большой остров. Принц поселился на острове, стал править им; его потомки звались принцами Симхала Двипа. Со временем это длинное прозвище сократилось до принцев Серендипа. И вот с того момента и берет свое начало предание, о котором я хочу рассказать.

Суть его в том, что принцы Серендипа обладали удивительной способностью во время путешествий находить вещи, которые они и не думали искать; в этом они походили на своего предка, который и сам Цейлон открыл случайно.

Предание это существовало на Цейлоне много лет, было оно известно и в Индии, но европейцы толком о нем не слыхали до 1754 года, до тех пор, пока английский исследователь Велпоул, изучавший Цейлон и даже написавший о нем книгу, не использовал это предание для образования неологизма, то есть

нового слова — «серендипити». Английский суффикс «ти» эквивалентен нашему окончанию «ство», поэтому по-русски это слово звучало бы как «серендипство». В нашем языке есть такие существительные, образованные от имен собственных, например — донкихотство, что означает подражание Дон-Кихоту. Следовательно, «серендипство», или давайте уж лучше придерживаться международного термина «серендипити», — качество, присущее принцам Серрендипа. Так, кстати, и трактует этот термин известный английский Вебстеровский словарь: «Дар обнаружения ценных вещей там, где их не ищут».

Таким образом, с серендипити все понятно, кроме одного: зачем понадобилось Велпоулу вводить его.

Представьте себе ученого, который десять, двадцать, тридцать лет работает над какой-то проблемой и вдруг узнает, что его коллега этак небрежно, между прочим, не затратив ни времени, ни труда, наткнулся на ту драгоценную истину, которую он, старатель, добытчик, первопроходец, труженик, несколько раз буквально держал в руках, но по каким-то, как ему кажется, объективным причинам совершенно случайно не рассмотрел. Каково ему? Что должен он чувствовать в своей раскаленной обидой душе, когда его коллегу, а не его самого венчают всевозможными знаками отличия? Бешенство? Тихую злость? Детскую обиду? Равнодушие? Радость за товарища, который безусловно достоин награды? Радость за науку, которая обогатилась новым открытием? Радость за человечество, которому в конечном счете все равно, кто добыл новое знание?

Так что он должен переживать?

Любое из этих чувств — в зависимости от характера и мировоззрения. Он может возненавидеть коллегу — как было с Ленардом, или любимую науку — как было с Романьози, или вовсе все человечество — как Кавендиш; но он может и ограничиться тем, что философски усмотрит в случившемся перст судьбы, некое высшее предначертание. А с этим как бороться? Только иронией. И он придумает словечко, чтобы обозвать это непонятное везение, посещавшее не раз других, ничуть не более достойных, но упорно минующее его скромную персону. А чтобы все увидели хотя бы в этом творчестве, в словотворчестве, какой он образованный и умный, он придумает словечко не простое, а заковыристое, чтобы в нем все было: и древняя легенда, и герои королевских кровей, и заморское государство, и фонетика исчезнувшая, а не какая-нибудь английская или латинская.

И тогда и появится на свет неологизм — серендипити.

Разумеется, это не более чем гипотеза; никаких точных сведений о том, почему Велпоул придумал это слово, за двести

семьдесят лет не сохранилось. Но поскольку мы уже немало поднаторели в науках, а главное — в научном методе познания, давайте уподобимся нашим героям и попробуем разрешить интересующую нас проблему самым что ни на есть научным образом.

Появление слова «серендипити» относится к середине XVIII века. Были ли уже известны в то время какие-нибудь случайные открытия?

В 1729 году английские ученые Грей и Виллар случайно открыли деление тел на проводники и непроводники. До этого — закон Ньютона. Еще ранее, в 1669 году, алхимик Бранд тоже случайно открыл фосфор. Наконец, Галилей, как считали некоторые историки, сделал случайно два своих великих открытия — законы динамики, на которые его якобы натолкнуло покачивание люстры в Пизанском соборе, а также горы на Луне, спутники Юпитера и фазы Венеры, которые он увидел только потому, что взглянул в телескоп. Я не буду оспаривать эту невежественную точку зрения; вы должны помнить из физики, что телескоп существовал и до Галилея и многие смотрели в волшебную трубу на ночное небо, и качание люстры, кроме Галилея, наблюдали сотни людей, но не им удалось узреть тут откровение.

Если хотите, добавьте сюда еще и закон Архимеда — для полноты картины.

Все это факты пока из области точных наук. Но не забудьте, были еще и великие географические открытия. Вспомните Колумба, Америго Веспуччи, капитана Кука — из каждого путешествия они привозили новые материки, страны, моря, острова, а нередко и золото, драгоценные камни, жемчуг. Я думаю, что географические открытия даже больше действовали на воображение или тщеславие Велпоула, чем открытия математические или физические, — он ведь тоже был путешественник и плавал в Ост-Индию и на Цейлон, но никаких Америк открыть ему не удалось.

И тогда он взял да и открыл новое слово «серендипити», чтобы хоть как-то свети счеты с баловнями судьбы. Чем, кстати, и прославил себя.

Но каждое открытие рано или поздно покидает своего хозяина и становится общедоступным и в своей новой жизни нередко служит иным целям, отличным от тех, какие имел в виду его автор. Так случилось и с серендипити: оно пришлось по вкусу ученым и его пустили в оборот. Но постепенно оно стало утрачивать свой язвительный смысл, из него улетучился яд иронии, и оно стало обозначать просто счастливый дар

случайных находок, такой же необходимый элемент научной работы, как и долготерпение.

В какой-то мере удача должна сопутствовать каждому исследователю, чтобы у него хватило сил, времени, средств дойти до поставленной цели; я уж не говорю о том, что сама цель может быть выбрана неудачно, и тогда… Что тогда?

Прежде всего, если высказанное предположение не подтвердилось, это еще не значит, что оно все-таки неверно; не исключено, что его просто нельзя было доказать с помощью существующих средств; таких примеров в истории науки сколько угодно. Но предположим, что и в самом деле гипотеза не подтвердилась окончательно (хотя ничего окончательного в познании природы не бывает; вспомните, сначала считался неделимым атом, потом — атомное ядро, и каждый раз оказывалось, что есть еще более мелкие частицы). Так вот, в этом случае как считать результат ученого — удачей или неудачей?

Не будем торопиться с ответом — все не так просто.

Начнем с науки вообще. С позиций естествознания то, что произошло, несомненно удача. Не такая большая, как если бы гипотеза подтвердилась, но все равно удача: скажем — умеренная. Потому что эту же самую гипотезу мог бы высказать и попытаться доказать другой ученый или другие ученые — случаев параллельной работы, когда один коллектив исследователей не знает, что в это же время где-то происходит аналогичная попытка, немало. И это значило бы, что на одну и ту же работу было бы потрачено в несколько раз — как минимум в два раза — больше времени, сил и средств. Следовательно, вовремя опубликованное исследование, не приведшее автора к поставленной цели, имеет несомненную общественную ценность: оно закрывает одну из дорог, по которой могли бы пойти другие. В этом случае ученый похож на минера, идущего по предполагаемому минному полю; убедившись, что опасности не существует, он ставит опознавательную табличку: «Проверено. Мин нет».

А для самого ученого — что для него означает отрицательный результат? Ничего катастрофического, если только этот ученый не карьерист, жаждущий немедленной славы. Более того, он заслуживает признания коллег, и часто оно выражается даже в присуждении ученой степени кандидата или доктора наук. Степень — за неудачу? Да, степень за неудачу, если пользоваться такой терминологией. А если выражаться более точно — степень за сумму знаний, накопленных во время работы, за разработанную новую методику, иными словами — за вклад в науку. За вклад со знаком «плюс», несмотря на то что результат — со знаком «минус». Парадокс?

Ничуть. Тщательность, с которой выполняется так называемое неудачное исследование, неудачное по результату, должна быть даже выше, чем в случае удачи. Вспомните открытия, о которых я рассказывал; ведь после первого же сообщения ученые всех стран буквально набрасывались на статью и проверяли и перепроверяли каждую ее строку, каждую цифру — не ошибся ли их коллега. А отрицательный результат никто перепроверять не станет — ученому поверят на слово. Но его ответственность за это короткое слово «нет» увеличивается. Представьте, что он недостаточно тщательно исследовал все возможности и упустил из-за этого истинный ответ — «да», он же тем самым как бы украл у человечества новое знание: пока еще найдется такой смельчак, чтобы решиться на свой страх и риск перепроверить данную работу, или когда еще наука накопит другие косвенные факты, не вяжущиеся с полученным однажды «нет» и опровергающие его?!

Этот нюанс — удача даже при неудаче — характерен именно для научного творчества; в искусстве, например, или в спорте неудача есть неудача, она конечна по своим последствиям, если не считать некоторого ее педагогического значения по принципу: на ошибках учатся.

Таким образом, мы установили роль неудачи для науки и ученого. Теперь самое время попытаться определить роль удачи, роль серендипити. Для цивилизации в целом значение этого фатального фактора ясно: нам безразлично, кто принес на алтарь прогресса новое достижение, главное — что можно воспользоваться его плодами. Но вот для самого ученого, что означает серендипити? Достаточно ли его милостивого вмешательства, чтобы свершилось новое открытие? Вспомним примеры подобных счастливых озарений — кого посещали они? Не будем серьезно относиться к истории с яблоком, мы уже решили, что это не более чем сказка; к тому же, если принять ее, то придется признать, что закон всемирного тяготения обязаны были открыть задолго до Ньютона, потому что все компоненты удачи порознь уже давно витали в воздухе, не хватало лишь катализатора, который помог бы им встретиться в одной голове. Если бы для этого было достаточно одного мгновения, когда человек охватывает все детали внутренним взором и сразу увязывает их между собой, то, конечно же, ничего лучше падения яблока, да еще бы хорошо на голову ученому, и не придумаешь. Но, как видно, мига тут явно недостаточно; Ньютону понадобилось на раздумье двадцать лет.

Но вспомним другой пример. Кому-кому, а соотечественникам Ньютона Карлайлу и Никольсону никак

нельзя пожаловаться на отсутствие серендипити. Они в полной мере почувствовали его милостивую, доброжелательную руку в тот день, когда по неразумению накапали воды на цинковую пластину батареи. И что же? Какой отклик нашел этот намек в их невежественных — с точки зрения физики — душах? Да ровным счетом никакого; поиграли немного в подаренную случаем игрушку и бросили ее.

А что должен был сделать настоящий исследователь? То, что сделал Рентген, когда серендипити постучалось к нему в кабинет темной ноябрьской ночью: отработать подарок, не выходить пятьдесят суток из лаборатории, пока не будут добыты ответы на все вопросы, и написать работу, к которой никто уже ничего существенно нового не сможет прибавить. И еще: услыхав таинственный стук в дверь, встать и открыть ее и почтительно впустить нежданную гостью, а не бурчать в усы «я занят, зайдите попозже» или «ходят тут всякие». Ведь слышал же этот вкрадчивый стук серендипити Ленард, когда наблюдал свечение экрана за алюминиевой фольгой; слышал его Дж. Дж. Томсон, когда невесть с чего светилось стекло трубки; слышал его Гудспид, когда обнаружил на фотопластинке таинственные тени; слышали их десятки физиков, когда посылали менять в магазин непонятно почему потемневшие фотопластинки; слышали — но остались глухи.

Но чтобы открытие свершилось, надо не только успеть открыть дверь, пока удача, обидевшись, не ушла, надо еще и узнать редкую гостью в том необычном облике, какой она приняла на этот раз. Здесь недостаточно дежурной готовности откликнуться на зов судьбы — нужны мудрость и знания.

Сильванус Томпсон, как и Ньепс де Сент-Виктор, удивлялся почернению фотопластинок, как и Беккерель, оба они связали это с ураном, но, в отличие от Анри, не поняли, кто заглянул к ним в лабораторию, чей случайно запечатленный портрет остался на фотопластинке; не поняли, потому что не знали столько, сколько знал Беккерель, потому что не работали, подобно ему, многие годы с фосфоресценцией и с фотоматериалами.

Знания нужны здесь не только даже для того, чтобы понять, что произошло; только они могут дать силы и мужество в отстаивании своей точки зрения — новой точки зрения.

Николай Николаевич Семенов не затратил много времени на встречу со своим серендипити, но сколько сил и мужества понадобилось молодому физику, чтобы вступить в спор с самим Боденштейном и спорить, спорить — в экспериментах, в расчетах, в обосновании их — до победного конца.

Что могло придать смелости неизвестному еще ученому в

этом диалоге, ведущемся на равных? Только знания, научный багаж, накопленный до этого случая и после него; до и после — но не во время; следовательно, не наспех нахватанные сведения, а систематическая, методичная работа.

А что дало смелость Резерфорду выступить против модели атома Джи-Джи? Против признанной модели, против атома, созданного его учителем. Что дало ему мужество отказаться и от своего прежнего мнения, исключавшего возможность увидеть то, что увидел его студент Марсден? Знания и интуиция — таинственная эссенция духа и ума, настроенная все на том же знании.

Представьте себе ситуацию: с одной стороны — великий учитель и признанная теория, с другой — никому не ведомый студент, каких десятки на курсе, и бредовое наблюдение, сильно смахивающее на грубую экспериментальную ошибку. Что выбрал бы осторожный человек, не имеющий за душой ничего, кроме страстного желания не потерять то, что он уже имеет, и ради этого и для этого готовый не откликаться, даже если случай не то что стучится, а ломится к нему в лабораторию? Он сказал бы Марсдену: «Слушай, мальчик, ты пересидел в кинематографе, у тебя рябит в глазах». Но Резерфорд поступил совсем иначе — так же как и Семенов, который не прогнал молодую сотрудницу, у которой самая простая реакция и та капризничала, как барышня, а увидел в ее опыте необычное, удивился ему и сумел тут же понять смысл каприза реакции для всей химической теории.

Гете в Кампанье. Картина Вильгельма Тишбейна. Германия. 1787 год.

Крупные ученые прекрасно понимали роль случая в научном творчестве и знали ему цену. Выдающийся физик и физиолог Герман Гельмгольц через сто лет после того, как Велпоул породил серендипити, высказался об этом весьма определенно: «Иногда и счастливый случай может прийти на помощь и раскрыть неизвестное соотношение. Но случай вряд ли найдет применение, если тот, кто его встречает, не собрал уже в своей голове достаточно наглядного материала, чтобы убедиться в правильности предчувствованного».

Другой крупный ученый и великий поэт, И.-В. Гете — да, да, Гете был ученый, немало обогативший естествознание своими исследованиями, — обрисовал роль случая в научном открытии в мудром четверостишии:

Талант и счастье — сплав таковский.
Что дуракам и не понять.
Им нужен камень философский…
А мудрецам его — где взять?

Философский камень был извечной хрупкой мечтой всех алхимиков; они считали, что с его помощью можно превратить в золото любой элемент. Конечно, спору нет, очень даже неплохо иметь под рукой этакий маленький булыжник и клепать с его помощью разные чудеса. У кого ума немного, тот сразу — золотые монеты, минуя даже слитки; кто думает не только о себе, но и о науке, тот, может, какое открытие сварганит. Но, увы, мудрецы не имеют талисманов; им приходится полагаться только на себя, на свое терпение, на свои знания; на серендипити никто не надеется заранее, ибо на ожидание счастливого случая может уйти так много времени, что его не хватит на то, чтобы постичь суть находки.

Словом, это четверостишие наводит на долгие и серьезные размышления.

Вот, собственно, мы и выяснили, что значит для ученого серендипити, какова его роль в свершении открытий. Убедились, что одного серендипити явно недостаточно для торжества нового в науке, нужны и другие слагаемые: талант, знания, непредвзятость мнений, умение удивиться новому, трудолюбие, смелость в отстаивании своих убеждений.

И еще одно обстоятельство существенно здесь, но о нем я еще не говорил: необходимость. Необходимость в данном открытии. Наука и общество должны по меньшей мере созреть, чтобы понять

и принять новое открытие, а еще лучше — они должны остро нуждаться в нем, тогда оно свершится непременно, даже если и нет ни у кого серендипити. Не повезет одному — повезет другому. Необходимость будет подстегивать искания; она насытит атмосферу предчувствованием нужною открытия; и тогда будет достаточно одного намека, чтобы открытие выкристаллизовалось из всех предшествующих опытов, как выпадает соль из пересыщенного раствора при внесении в него маленького кристаллика.

Если бы Рентген не открыл Х-лучи, их открыли бы вскоре другие ученые, может быть тот же Ленард; если бы не Беккерель, Сильванус Томпсон сообщил бы о лучах урана; если бы Марсден не пришел к Резерфорду, отскок альфа-лучей все равно был бы обнаружен — с ними работали в других лабораториях. Наука была готова к тому, чтобы принять новые данные о строении вещества, потому что она нуждалась в них потому что их отсутствие тормозило ее дальнейшее развитие.

Но, с другой стороны, она была уже способна и понять то новое, что дали ей ученые, ибо уже были известны в общих чертах волновая и корпускулярная природа излучений, были созданы методы регистрации излучений и количественной их оценки.

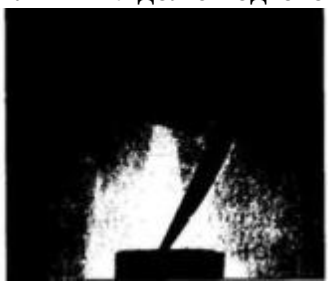
Словом, неправильно говорить, что Х-лучи, или радиоактивность, или электромагнетизм были открыты случайно, нет, их открытие было вполне закономерно и даже ожидаемо; даже повод, который помог сделать это именно Рентгену, Беккерелю, Эрстеду, и тот не был случайным, он уже не раз имел место в других лабораториях; случайным может быть здесь признано только стечение обстоятельств, и результате которых странные явления увидели ученые, способные их увидеть и оценить: но само открытие от этого не становится менее значимым. И цена его — для ученых и для науки в целом — в конечном счете, после всех трудов на его распознавание, изучение, обоснование, пробивание ничуть не меньше, чем любого другого, добытого в конце длинного пути.

Поэтому не верьте легендам, когда они станут нашептывать дурманящие слова о том, как легки случайные открытия, о том, что в науке главное — везение, что если кому отпущен природой хоть гран серендипити, то рано или поздно тому повезет, главное — не пропустить его деликатное покашливание, когда оно захочет обратить на себя внимание; а поэтому надо сидеть смиренно всю жизнь, навострив уши и сложа руки, и ждать своего часа, а когда пробьет он, тогда уже можно позволить себе все, что угодно — хоть бежать нагишом по городу и кричать «Эврика!».

Не верьте легендам. В опьяняющей кажущейся легкости

научных побед нетрудно разглядеть красочные одежды вымысла; под ними обнаруживается суровая, трезвая правда о прозаическом, кропотливом, до седьмого пота труде ученых, которым однажды на миг посчастливилось увидеть то, что до них не видели другие.

И тогда вспомните слова великого Пастера: «Счастливая случайность выпадает лишь на долю подготовленных умов».



Лауреаты Нобелевской премии,

о которых рассказано в нашей книге.

1901 год — РЕНТГЕН Вильгельм Конрад

В признание огромной важности открытия замечательных лучей, впоследствии названных его именем

1903 год — БЕККЕРЕЛЬ Антуан Анри

В признание огромной важности открытия самопроизвольной радиоактивности

1903 год — КЮРИ Пьер,

СКЛОДОВСКАЯ-КЮРИ Мария

В признание выдающегося значения их совместных исследований явления радиоактивности, открытого профессором Беккерелем

1905 год — ЛЕНАРД Филипп Эдуард

За работу по катодным лучам

1906 год — ТОМСОН Джозеф Джон

За признание выдающегося значения теоретических и экспериментальных исследований по проводимости электричества в газах

— МУАССАН Анри Фердинанд Фредерик

В признание большого объема исследования, получения элемента фтора и введения в лабораторную и промышленную практику электрической печи, названной его именем

1908 год — РЕЗЕРФОРД Эрнест

За исследования в области распада элементов и химии радиоактивных веществ

1911 год — СКЛОДОВСКАЯ-КЮРИ Мария

В признание выдающейся деятельности в области развития химии; за открытие элементов радия и полония. За выяснение природы радия и выделение его в металлическом виде и за исследование соединений этого замечательного элемента

1914 год — ЛАУЭ Макс Феликс

За открытие дифракции рентгеновских лучей на кристаллах

1921 год — СОДДИ Фредерик

За вклад в химию радиоактивных веществ и за исследование природы и происхождения изотопов

1922 год — БОР Нильсен Хенрик Давид

За заслуги в изучении структуры атома и излучения из него

1926 год — ПЕРРЕН Жан Батист

За изучение прерывистой структуры вещества, особенно за открытие седиментационного равновесия

1927 год — ВИЛЬСОН Чарльз Томас Рис

За изобретение метода наблюдения траекторий электрически заряженных частиц путем конденсации на них пара

1929 год — ДЕ БРОЙЛЬ

За открытие волновой природы электрона

1932 год — ГЕЙЗЕНБЕРГ Вернер Карл

За создание квантовой механики, использование которой привело, между прочим, к открытию аллотропных форм водорода

1933 год — ШРЕДИНГЕР Эрвин

За открытие новых продуктивных форм атомной теории

1935 год — ЖОЛИО-КЮРИ Фредерик Жан, ЖОЛИО-КЮРИ Ирен

В признание синтеза новых радиоактивных элементов

1936 год — ДЕБАЙ Петер Йозеф Вильгельм

За вклад в науку о структуре молекул благодаря исследованию дипольных моментов в дифракции рентгеновских лучей и электронов в газах

1938 год — ФЕРМИ Энрико

За открытие новых радиоактивных элементов, полученных при испускании нейтронов, и за связанное с этим открытие ядерных реакций с помощью медленных нейтронов

1948 год — БЛЭККЕТ Патрик Мейнард

За усовершенствование камеры Вильсона и за открытия в области ядерной физики и космических лучей

1956 год — СЕМЕНОВ Николай Николаевич

За исследования в области механизмов химических реакций

— ХИНШЕЛВУД Сирил Норман

За исследования в области механизмов химических реакций

1978 год — КАПИЦА Петр Леонидович

За фундаментальные изобретения и открытия в области физики низких температур

Именной указатель

Ампер Андре Мари 91-101
Анри Шарль 143
Араго Доменик Франсуа 90–94, 99
Архимед 7, 11-17
Беддо Томас 57
Беккерель Антуан Анри 128, 140–157, 166-172
Берцелиус Иене Якоб 65, 72-73
Био Жан Батист 45, 100
Блондо Рене Проспер 128-131
Блэккет Патрик 226
Боденштейн Макс 243–244, 249
Бор Нильс Хенрик Давид 206-207
Боргман Иван Иванович 119
Бэнкс Джозеф 42–44, 52, 59, 62
Вагнер Эрнст 118, 228, 230, 232-236
Вальта Зинаида 239–243, 249
Велпоул Д. 254-262
Виллард Поль Ульрих 185
Вильсон Чарльз Томас Рис 209-227
Власов Семен Прокофьевич 73
Вольта Алессандро 30–32, 34–50, 59, 79, 82
Вуд Роберт Уильямс 12, 9-131
Галилей Галилео 9
Галлей Эдмунд 19-20
Гальвани Луиджи 23–33, 36–41, 82
Гейзенберг Вернер Карл 206
Гейгер Ганс Вильгельм 200-205
Герц Генрих Рудольф 108, 173–175, 179, 205
Гитторф Иоганн Вильгельм 108
Гольдштейн Эуген 115
Гук Роберт 22
Гюйгенс Христиан 20
Дебай Петер 229, 232
Де Бройль 206
Дэви Хэмфри 54, 56–79, 81
Дэмарсе Эжен 162
Жолио-Кюри Фредерик 253
Зеебек Томас Иоганн 102
Зееман Питер 156-157
Зоммерфельд Арнольд Иоганн Вильгельм 138, 228, 231
Иоффе Абрам Федорович 127, 133–138, 230-238

Кавендиш Генри 183
Капица Петр Леонидович 168, 178, 188, 196, 206
Карлайл Антони 51–55, 82
Кеплер Иоганн 21
Книппинг Пауль 228, 232
Крукс Вильям 108, 193–194, 201
Кундт Август Адольф 110-112
Кюри Пьер 158–172, 176
Ланжевен Поль 168–169, 176
Лауэ Макс Феликс Теодор 137, 228-237
Ленард Филипп Эдуард Антон 109, 125-128
Марсден Эрнест 202-205
Мату Луи 170
Менделеев Дмитрий Иванович 152-153
Можон Джузеппе 87
Муассан Анри 152-153
Мунке Георг 89
Мушенброк Питер ван 24-25
Нернст Вальтер 243
Никольсон Вильям 51–55, 82
Нобель Альфред Бернхард 123-125
Ньютон Исаак 7, 18- 22
Пелтье Жан Шарль Атаназ 105
Перрен Жан Батист 207, 253
Петров Василий Владимирович 73
Плюкер Юлиус 108
Пуанкаре Анри 140–143, 154
Регенерер Эрих Рудольф 201
Резерфорд Эрнест 176–209, 218, 224
Рентген Вильгельм Конрад 106-139
Рив де ля Артур Огюст 90
Романьози Джан 87-89
Рубенс Генрих 129
Румфорд Бенджамин Томпсон 61-62
Савар Феликс 100
Семенов Николай Николаевич 238-253
Сен-Виктор Ньепс де 155, 157
Склодовская-Кюри Мари 158–172, 176
Содди Фредерик 194-195
Стерджон Вильям 99
Стокс Джорж Габриель 154, 156
Томпсон Сильванус 155-157
Томсон Вильям (лорд Кельвин) 61, 154, 167, 195
Томсон Джозеф Джон 115, 183–184, 216-217

Уатт Джеймс 57
Уэлз Герберт Джеймс 59
Фарадей Майкл 75–82, 107
Ферми Энрико 253
Фридрих Вальтер 228-236
Фурье Жан Батист Жозеф 104
Харитон Юлий Борисович 241–243, 249
Хиншелвуд Сирил Норман 249, 251
Шальников Александр Иосифович 245
Шредингер Эрвин 206 Штарк Иоганн 127
Эвальд Пауль 228, 231-236
Эрстед Ганс Христиан 83–90, 94–95, 101, 104

Дополнительная литература

Зелиг К. Альберт Эйнштейн. Пер. с нем. — М.: Атомиздат, 1965.

Льоцци М. История физики. — М.: Мир, 1970.

Липсон Г. Великие эксперименты в физике. Пер. с англ. — М.: Мир, 1972.

Жизнь науки. Антология вступлений к классике естествознания. — М.: Наука, 1973.

Власов П. Беседы о рентгеновских лучах. — М.: Молодая гвардия, 1979.

Данин Д. Бор. — М.: Молодая гвардия, 1979.

Удивительный мир физики. — М.: Знание, 1980.

Биографии великих химиков. Пер. с нем. — М.: Мир, 1981.

Данин Д. Вероятностный мир. — М.: Знание, 1981.

Химики. Биографический справочник. — Киев: Наукова думка, 1981.

Наука и Вселенная. Энциклопедия. — М.: Мир, 1983.

Монолов К., Тютюнник В. Биография атома. — М.: Мир, 1984.

Кирилин В. А. Страницы истории науки и техники. — М.: 1986.